

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA**

**KARINE ALMEIDA PIMENTEL**

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DE UM CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO**  
**RESTAURADOR PARA COLAGEM DE BRÁQUETES**  
**ORTODÔNTICOS**

**VITÓRIA**  
**2014**

KARINE ALMEIDA PIMENTEL

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DE UM CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO  
RESTAURADOR PARA COLAGEM DE BRÁQUETES  
ORTODÔNTICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Christina Thomé Pacheco.

VITÓRIA

2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

Pimentel, Karine Almeida, 1986-

F 644a Avaliação in vitro de um cimento de ionômero de vidro  
restaurador para colagem de bráquetes ortodônticos / Karine  
Almeida Pimentel – 2014.  
72 f. : il.

Orientador: Maria Christina Thomé Pacheco.

Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica) –  
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências da  
Saúde.

1. Cimentos de ionômeros de vidro. 2. Braquetes  
ortodônticos. 3. Resistência ao cisalhamento. 4. Colagem  
dentária. I. Pacheco, Maria Christina Thomé. II. Universidade  
Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências da Saúde. III.  
Título.

CDU: 616.314

---

**KARINE ALMEIDA PIMENTEL**

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DE UM CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO  
RESTAURADOR PARA COLAGEM DE BRÁQUETES  
ORTODÔNTICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica.

Aprovada em 18 de dezembro de 2014.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Christina Thomé Pacheco  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientadora

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jackeline Coutinho Guimarães  
Universidade Federal do Espírito Santo

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Liliane Siqueira de Moraes  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, José Ricardo e Sônia, exemplos de dedicação e de sucesso profissional, que me incentivam e me transmitem tanta confiança, que me faz sonhar e crer.

Ao meu irmão, Karison, pela inteligência admirável que me inspirou tantas vezes e pelo companheirismo em todos os momentos de nossas vidas.

Ao meu namorado, José Elias, pelo apoio, compreensão, amor e carinho durante esse período.

## **AGRADECIMENTOS**

À professora e orientadora Maria Christina Thomé Pacheco pela orientação na elaboração desta dissertação, por todos os conhecimentos clínicos e científicos transmitidos, pelo companheirismo e pela continuidade desse convívio que se iniciou durante a graduação, sempre com muita disponibilidade e empenho em transmitir seu vasto conhecimento durante esses anos de convivência na UFES.

À coordenadora e professora do Mestrado, Selva Maria Guerra, e aos professores do mestrado pela dedicação e transmissão de conhecimento durante todo o curso.

Aos professores Alfredo Feitosa e Rosana Pereira, pela ajuda e pelo incentivo para a realização deste trabalho na Universidade de São Paulo; sem esse apoio, não teria chegado até aqui.

Aos professores Rafael Ballester e Victor Elias Arana-Chávez, da Universidade de São Paulo (USP), pela gentileza de ter aberto as portas do departamento de Biomateriais e Biologia Oral para a execução e concretização desta pesquisa.

Ao técnico de laboratório Antônio pelo auxílio fundamental na realização desta pesquisa.

Ao engenheiro Sócrates Musso Ribeiro pela generosidade em fazer e doar o cinzel para a pesquisa.

À secretária Rosa Maria e a auxiliar Fran pelo acolhimento na USP.

À professora Ana Paula e à técnica Érica pela permissão para a utilização do laboratório de Microbiologia da UFES e pela ajuda durante os experimentos.

Ao professor Eustáquio por ter permitido a realização de testes laboratoriais no LabPetro e ao Vinícius, Josué e Vitor pela incansável ajuda no laboratório.

Ao professor Mario Julio Campos pela colaboração para a realização desta pesquisa na Universidade de São Paulo.

Ao professor Roberto Brandão pela participação na banca de qualificação e pela enorme contribuição a este trabalho.

À professora Jackeline Coutinho Guimarães pela generosidade em participar da banca de qualificação e da comissão examinadora na defesa da dissertação e pela grande ajuda neste trabalho.

À professora Liliane Siqueira de Moraes pela disponibilidade em participar da banca examinadora da defesa desta dissertação.

Aos funcionários da secretaria do Mestrado, Igor da Silva Eller e Regina, pela assistência e atenção dispensada durante o curso.

Aos meus queridos amigos do Mestrado, Ana Flávia, Caroline, Helenita, Jairo, Jeusa, Karol, Lucinéia, Lucas, Marciel, Sheyla, Thayanny, pela ajuda e pelo incentivo.

## RESUMO

Os materiais ionoméricos para a colagem dos bráquetes ortodônticos apresentam como vantagens sobre os compósitos resinosos a facilidade de remoção e menor risco de lesão ao esmalte, além de apresentarem resistência de união dentro da faixa clinicamente ideal (6,5 a 10 MPa). O material ionomérico consagrado na literatura como “padrão ouro” para colagem de bráquetes, o Fuji ORTHO LC, é de difícil aquisição e de custo elevado para ser utilizado rotineiramente. Desse modo, o objetivo deste estudo foi verificar *in vitro* o comportamento de um cimento de ionômero de vidro híbrido (CIV), o Vitro Fil LC, de fabricação nacional e de custo acessível, indicado como material restaurador, ao ser empregado como material adesivo para a colagem de bráquetes ortodônticos. A amostra consistiu de 72 dentes pré-molares humanos extraídos, divididos em quatro grupos e submetidos aos mesmos procedimentos de colagem, com exceção do material adesivo utilizado. O CIV Vitro Fil LC foi manipulado de duas maneiras diferentes (grupo VF1 e grupo VF2) e comparado com o CIV Fuji ORTHO LC (grupo FO) e com o compósito resinoso Transbond XT (grupo XT). Foram avaliados a resistência de união ao cisalhamento, o índice de remanescente adesivo (IRA) e a presença de fratura de esmalte após a descolagem. Houve diferença estatisticamente significativa entre as médias da resistência de união nos quatro grupos: XT ( $15,9 \pm 4,3$  MPa), FO ( $13,0 \pm 2,6$  MPa), VF1 ( $10,1 \pm 1,9$  MPa) e VF2 ( $5,1 \pm 2,7$  MPa). Não foi observada diferença estatisticamente significativa com relação ao IRA e à presença de fraturas entre os três grupos XT, FO e VF1. O comportamento do Grupo VF2 em todas as avaliações sugere que a manipulação empregada nesse grupo ocasiona falhas de adesão na interface esmalte/adesivo, o que inviabiliza sua utilização clínica. O grupo VF1 mostrou resistência de união dentro da faixa clinicamente ideal e comportamento após a descolagem, compatível com o dos materiais “padrão ouro” em colagem de bráquetes, o que sugere boa possibilidade de aplicação clínica.

Palavras-chave: Cimentos de ionômeros de vidro. Braquetes ortodônticos. Resistência ao cisalhamento. Colagem dentária.



## ABSTRACT

Glass ionomer materials for bonding orthodontic brackets have advantages over composite resins such as easy of removal and lower risk of enamel damage, while maintaining the bond strength within the clinically ideal range (6.5 to 10 MPa). The ionomer material considered in the literature as the “gold standard” for bonding brackets (Fuji ORTHO LC) is hard to acquire and expensive to be used routinely. Therefore, this study aims at verifying the in vitro behavior of hybrid glass ionomer cement (GIC), indicated as restorative material (Vitro Fil LC), to be used as bonding material for orthodontic brackets. The sample was made up of 72 extracted bicuspid teeth divided into four groups and submitted to the same bonding procedures, except for the bonding materials. Vitro Fil LC GIC was handled in two different ways (VF1 group and VF2 group) and compared to Fuji ORTHO LC GIC (FO group) and to Transbond XT composite resin (XT group). The shear bond strength, adhesive remnant index (ARI), and the presence of enamel fracture after debonding were assessed. There was statistically significant difference among shear bond strength in the four groups: XT ( $15.9 \pm 4.3$  MPa), FO ( $13.0 \pm 2.6$  MPa), VF1 ( $10.1 \pm 1.9$  MPa) and VF2 ( $5.1 \pm 2.7$  MPa). ARI and the presence of enamel fracture was not statistically difference among three groups: XT, FO and VF1. Behavior of VF2 group in every test suggests that the type of handling employed for this group caused bonding failure in the enamel/adhesive interface, which precludes its clinical use. VF1 group showed bond strength within the clinically ideal range and its behavior following debonding was compatible to “gold standard” materials for bonding bracket, which suggests increased possibility of clinical use.

Keywords: Glass ionomer cements. Orthodontic brackets. Shear strength. Dental bonding.

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Características dos materiais avaliados no estudo. ....	37
Quadro 2 - Escores do índice de remanescente adesivo (IRA).....	45

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Compósito resinoso Transbond XT.....	36
Figura 2 - Cimento de ionômero de vidro híbrido Fuji Ortho LC.....	36
Figura 3 - Cimento de ionômero de vidro híbrido Vitro Fil LC.....	36
Figura 4 - Delimitação de superfície de colagem. ....	38
Figura 5 - Equipamento de hastes verticais móveis .....	39
Figura 6 - Inclusão dos dentes em resina acrílica no equipamento de hastes verticais .....	39
Figura 7 - Profilaxia com pedra-pomes e água.....	40
Figura 8 - Condicionamento com ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos.....	40
Figura 09 - Lavagem com água.....	40
Figura 10 - Bráquete utilizado no estudo.....	41
Figura 11 - Grupo FO. ....	42
Figura 12 - Grupo VF1 .....	42
Figura 13 - Grupo VF2. ....	42
Figura 14 - Pesos acoplados no equipamento de hastes verticais móveis do Laboratório de Biomateriais e Biologia Oral da FO-USP.....	43
Figura 15 - Pressão exercida sobre o bráquete no momento da colagem. ....	43
Figura 16 - Máquina de ensaio universal .....	44
Figura 17 - Cinzel posicionado entre a base e as aletas do bráquete.....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores mínimo, máximo, média e desvio padrão para a resistência ao cisalhamento (MPa) .....48

Tabela 2 - Teste de Tukey para verificar diferenças entre pares de médias da resistência ao cisalhamento (MPa). .....49

Tabela 3 - Frequência da distribuição do IRA e da presença de fratura de esmalte entre os grupos .....50

Tabela 4 - Valores do teste de comparações múltiplas de Tukey para o IRA e para a presença de fratura de esmalte.....53

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Box-plot para os valores de resistência ao cisalhamento entre os grupos avaliados. ....49

Gráfico 2 - Frequência da distribuição do índice de remanescente adesivo (IRA) nos grupos estudados. ....51

Gráfico 3 - Frequência da distribuição da presença de fraturas de esmalte nos grupos estudados.....52

## LISTA DE ABREVIATURAS

CIV - Cimento de Ionômero de Vidro

FO - Fuji ORTHO LC

GIG - *Glass Ionomer Cement*

IRA - Índice de Remanescente Adesivo

MPa - Mega Pascal

N - Newton

P.V.C.- Policloreto de Vinila

SEP - *Self Etching Primer*

VF1 - Grupo VF1 (Vitro Fil LC)

VF2 - Grupo VF2 (Vitro Fil LC)

XT - Transbond XT

°C - Grau Celsius

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Preparo da superfície do esmalte para a colagem de bráquetes ortodônticos .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Materiais utilizados para a colagem de bráquetes ortodônticos .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3 Resistência ao cisalhamento dos materiais de colagem.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4 Liberação de flúor pelos materiais utilizados na colagem de bráquetes ortodônticos .....</b>	<b>27</b>
<b>2.5 Descolagem dos bráquetes ortodônticos .....</b>	<b>29</b>
<b>3 PROPOSIÇÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1 Materiais.....</b>	<b>36</b>
<b>4.2 Métodos.....</b>	<b>38</b>
4.2.1 Obtenção e seleção das amostras .....	38
4.2.2 Preparo dos corpos de prova .....	38
4.2.3 Grupos avaliados .....	41
<b>4.3 Ensaio de resistência ao cisalhamento.....</b>	<b>43</b>
<b>4.4 Índice de remanescente adesivo (IRA), tipo de falha na adesão e a presença de fratura de esmalte.....</b>	<b>45</b>
<b>4.5 Análise estatística .....</b>	<b>46</b>
4.5.1 Cálculo amostral.....	46
4.5.2 Avaliação dos resultados do teste de resistência ao cisalhamento .....	46
4.5.3 Avaliação do IRA, tipo de falha na adesão e a presença de fratura no esmalte.....	46
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>48</b>
<b>5.1 Ensaio de resistência ao cisalhamento.....</b>	<b>48</b>
<b>5.2 Índice de remanescente adesivo (IRA), tipo de falha na adesão e a presença de fratura de esmalte.....</b>	<b>50</b>
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>54</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>64</b>
<b>8 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

A colagem dos bráquetes é a fase mais criteriosa do tratamento ortodôntico por serem eles os responsáveis pelas posições que os dentes irão assumir após a movimentação dentária induzida. Dessa forma, a escolha do material de colagem também deve ser criteriosa. Os bráquetes devem permanecer aderidos à estrutura dentária até a finalização do tratamento e, ao mesmo tempo, devem ser removidos com facilidade, sem promover danos à estrutura do esmalte.

Os principais materiais de adesão disponíveis para a colagem dos bráquetes são os compósitos resinosos. Embora de uso consagrado, esses materiais apresentam adesão acima da necessária clinicamente e dificuldade de remoção do remanescente de resina da superfície do esmalte após a descolagem. De acordo com Reynolds (1975), a resistência de união ao esmalte clinicamente adequada para resistir aos esforços ortodônticos deve ficar entre 6,5 e 10 MPa, não devendo ultrapassar 11 MPa. Tensões de cisalhamento acima de 13,5 MPa produzem danos ao esmalte dentário (RETIEF; DREYER; GAVRON, 1970).

A partir da evolução dos materiais de colagem surgiu a necessidade de obter um material que tivesse, além de uma adesão satisfatória, a capacidade de prevenir o acúmulo de placa ao redor dos bráquetes e a cárie secundária, bem como maior facilidade de remoção do material após a descolagem. Dessa forma, o cimento de ionômero de vidro modificado por resina ou híbrido passou a ser indicado para a colagem de bráquetes por apresentar potencial anticariogênico pela liberação de flúor (SILVA; DUARTE; SAMPAIO, 2010; CHATZISTAVROU et al., 2010) e por ser hidrofílico, o que facilita a colagem em regiões de difícil controle da saliva. Além disso, quando comparado aos compósitos resinosos, apresenta menor resistência de união (ASHCRAFT; STALEY; JAKOBSEN, 1997; SOUZA; FRANCISCONE; ARAÚJO, 1999; CORDEIRO; BUSSADORI; CAMARGO, 1999; CORRER SOBRINHO et al., 2002; CACCIAFESTA et al., 1998; FRANCISCONI et al., 2000; PITHON et al., 2006; RASTELLI; COELHO; JIMENEZ, 2010) e maior facilidade de remoção, o que diminui consideravelmente o risco de danos à superfície do esmalte (PASCOTTO, 2001).



Diversos ionômeros de vidro já foram testados como material adesivo para a colagem de bráquetes; no entanto, a maioria teve sua comercialização descontinuada (PITHON et al., 2006). Atualmente, o único material ionomérico com indicação específica e consagrado pela literatura como “padrão ouro” para colagem de bráquetes é o cimento de ionômero de vidro híbrido Fuji Ortho LC, fabricado por GC Corporation, Chicago, IL (CACCIAFESTA et al., 1998; FRANCISCONI et al., 2000; CORRER SOBRINHO et al., 2002; PITHON et al., 2006). Entretanto, esse material importado possui custo elevado e dificuldade de ser encontrado no comércio brasileiro, o que dificulta sua utilização em larga escala.

Pelos motivos descritos, este estudo objetiva avaliar a possibilidade de um cimento de ionômero de vidro híbrido, indicado como material restaurador, fabricado por uma indústria nacional, de menor custo e maior facilidade de aquisição, ser utilizado como material adesivo para a colagem de bráquetes ortodônticos, após alterações nas recomendações do fabricante.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Preparo da superfície do esmalte para colagem de bráquetes ortodônticos

A sequência de colagem ortodôntica apresenta alguns passos que devem ser seguidos para se obter sucesso na adesão. Inicia-se com a profilaxia do dente (que remove a película adquirida do esmalte) por meio de água e pedra-pomes de granulação fina com taça de borracha. O esmalte deve ser lavado com água para remover todo o material de limpeza e detritos do esmalte e deve ser seco com jato de ar livre de óleo, para então poder receber o tratamento químico com agente ácido condicionante (CHEVITARESE; RUELLAS, 2005).

Em 1955, Buonocore introduziu a técnica do condicionamento ácido na superfície do esmalte com o objetivo de aumentar a adesão da resina acrílica. Constatou que a adesão à superfície do esmalte era mais forte e duradoura quando essa superfície era previamente condicionada com ácido fosfórico a 85%, por 30 segundos. O aumento da adesão aconteceu devido a um fenômeno físico no qual ocorre aumento da energia livre de superfície decorrente da ação do condicionamento ácido, além de haver aumento da capacidade de molhamento da superfície, permitindo, assim, maior superfície de contato entre a resina acrílica e o esmalte. A partir daí, o conceito de adesão ao esmalte empregando sistemas adesivos e compósitos resinosos permitiu a colagem de bráquetes ortodônticos.

O ácido fosfórico a 37% é utilizado previamente à colagem de bráquetes com os compósitos resinosos (COUPS-SMITH; ROSSOUW; TITLEY, 2003). O condicionamento ácido remove aproximadamente 10 µm da superfície de esmalte e cria poros de 5 a 30 µm de profundidade, devido à dissolução do componente inorgânico (SUMMERS et al., 2004; ROSENBACH et al., 2007). As rugosidades produzidas na superfície do esmalte aumentam a molhabilidade superficial (BUONOCORE, 1955) e o embricamento mecânico pela penetração do agente adesivo, formando o que se chama de “tags”, o que permite a adesão do compósito

resinoso (GWINNETT; MATSUI, 1967) por retenção micromecânica com o esmalte (TOLEDANO et al., 2003).

Para a colagem com os cimentos de ionômero de vidro, é recomendado pelos fabricantes o condicionamento ácido do esmalte com o ácido poliacrílico a 10%. De acordo com Fricker (1998), a função do ácido poliacrílico é remover os contaminantes superficiais deixados após a profilaxia e promover o aumento da energia superficial do esmalte, uma vez que condiciona os cristais de hidroxiapatita, deslocando íons fosfato e cálcio, que reagem com o cimento de ionômero de vidro, melhorando a união química com o esmalte. No entanto, o ácido poliacrílico promove menor desmineralização e condicionamento da superfície do esmalte em comparação ao ácido fosfórico (CACCIAFESTA et al., 2003).

Deve-se considerar que a profundidade de desmineralização do esmalte está diretamente relacionada à concentração e ao tempo de aplicação do ácido. A preferência pelo ácido fosfórico a 37% para condicionamento do esmalte deve-se ao fato de que propicia porosidade adequada em tempo clínico aceitável, com ótimos resultados de adesão, sem comprometer aspectos biológicos (RETIEF, 1992). Estudos que utilizaram o ácido fosfórico a 37% em alternativa ao ácido poliacrílico a 10% encontraram maior resistência de união das colagens de bráquetes com ionômero de vidro (VALENTE et al., 2002; TOLEDANO et al., 2003; PHITON et al., 2006; ZHANG et al., 2013).

A utilização do condicionamento ácido, seja com ácido fosfórico 37%, seja com ácido poliacrílico 10%, é imprescindível para uma adesão satisfatória. Estudos que não utilizaram condicionamento ácido do esmalte antes da colagem encontraram baixa resistência de união com o cimento de ionômero de vidro Fuji ORTHO LC, para a aplicação das forças ortodônticas (CACCIAFESTA et al., 2003; TOLEDANO et al., 2003; PITHON; OLIVEIRA; RUELLAS, 2006; PITHON et al. 2006).

Alternativa mais recente para o condicionamento do esmalte é o uso do adesivo autocondicionante que combina a função do ácido e do *primer* em um único passo (*SEP - Self Etching Primer*), resultando menor tempo de trabalho e melhor custo-benefício (MOVAHHED; OGAARD; SYVERUD, 2005). Esse sistema pode ser

utilizado para a colagem tanto com compósitos resinosos quanto com cimentos de ionômero de vidro. No entanto, de acordo com Pithon et al. (2006), parece não diferir, em termos de condicionamento ácido do esmalte, quando comparado ao ácido fosfórico a 37%.

Após o condicionamento ácido, deve ser realizada a lavagem da superfície do esmalte por, no mínimo, o dobro do tempo do condicionamento. Após lavagem vigorosa do condicionador ácido e a secagem da superfície, a aparência do esmalte deve ser branca e descalcificada, e deverá ele permanecer seco e limpo para posterior infiltração do material adesivo (RETIEF, 1992).

## **2.2 Materiais utilizados para a colagem de bráquetes ortodônticos**

Diversos tipos de materiais foram desenvolvidos para a colagem de bráquetes ortodônticos. O compósito resinoso quimicamente ativado foi o primeiro material e o mais popularmente utilizado para colagem, sendo a desvantagem a curva de aprendizagem com relação ao tempo de manipulação e polimerização do produto e o controle do tempo de trabalho clínico (TOLEDANO et al., 2003). Com a introdução dos materiais fotopolimerizáveis novos materiais de colagem e sistemas adesivos foram produzidos para a colagem dos bráquetes ortodônticos.

Os compósitos resinosos fotopolimerizáveis são os mais utilizados atualmente na Ortodontia. A maior vantagem desses materiais é o aumento do tempo de trabalho, proporcionando maior tempo para o correto posicionamento dos bráquetes na superfície do dente antes da polimerização (BISHARA et al., 1999).

O emprego de cimento de ionômero de vidro convencional, quimicamente ativado, é muito limitado para a colagem de bráquetes, pois esse material apresenta baixos valores de resistência de união e altos índices de falhas da colagem (MITCHELL; O'HAGAN; WALKER, 1995; TOLEDANO et al., 2003).

O desenvolvimento do cimento de ionômero de vidro modificado por resina (ou híbrido) fotopolimerizável permitiu seu uso nas colagens pelo aumento da resistência

de união dos bráquetes ao esmalte, devido à combinação de propriedades mecânicas e físicas. Os cimentos de ionômero de vidro híbridos apresentam duas reações de presa (dual), que consistem em uma reação ácido-base induzida quimicamente e uma fotopolimerização induzida pela luz visível (FRICKER, 1998). A parte resinosa é composta de HEMA, ou hidroxietilmetacrilato, que é um monômero bastante fluido e hidrofílico. O processo de formação da matriz resinosa é dado pela polimerização do HEMA, formando o poliHEMA (VIEIRA et al., 2006). Também tem sido demonstrado que a incorporação do monômero HEMA aumenta a absorção de água na matriz de polímero, facilitando a liberação de íons fluoreto (CHIN et al., 2009).

Os cimentos de ionômero de vidro híbridos preservam as vantagens clínicas dos cimentos de ionômeros de vidro convencionais, tais como redução da microinfiltração bacteriana, liberação de flúor e, principalmente, a adesão química ao esmalte, diferentemente das resinas compostas; além disso, ainda apresentam vantagens relacionadas à sua parte resinosa, como melhores propriedades físicas e controle do tempo de trabalho, minimizando os problemas de sensibilidade à umidade e de ressecamento (CATÃO et al., 2007).

### **2.3 Resistência ao cisalhamento dos materiais de colagem**

A resistência da união dos bráquetes à superfície do esmalte depende do material a ser utilizado. O material de colagem deve fornecer adesão capaz de suportar as forças mastigatórias e as tensões aplicadas por meio dos fios, elásticos e molas dos aparelhos, tanto na instalação imediata quanto durante todo o tratamento ortodôntico ativo (COUPS-SMITH; ROSSOUW; TITLEY, 2003).

Reynolds (1975) analisou as tensões necessárias para a resistência da união dos bráquetes durante os tratamentos ortodônticos. O autor constatou que o material adesivo deve apresentar resistência mínima ao cisalhamento entre 5,9 MPa e 7,9 MPa. As tensões ideais deveriam ficar entre 8 MPa e 10 MPa, não devendo ultrapassar 11 MPa. Concluiu ainda que, em média, as tensões entre 6,5 MPa e 10 MPa são suficientes para suprir as necessidades clínicas. Retief, Dreyer e Gavron

(1970) relataram a ocorrência de fraturas no esmalte dentário quando a resistência de descolagem ultrapassava 13,5 MPa.

Vários estudos compararam a resistência de união dos diferentes materiais de colagem de bráquetes ortodônticos *in vitro*, por meio de testes de resistência ao cisalhamento, utilizando dentes extraídos humanos (BISHARA et al., 1999; SOUZA; FRANCISCONE; ARAÚJO; 1999; TOLEDANO et al., 2003; ARICI; ARICI, 2003; MOVAHHED; OGAARD; SYVERUD, 2005; CHITNIS; DUNN; GONZALES, 2006; AL SHAMSI et al., 2006; CHENG et al., 2011), dentes extraídos bovinos (CACCIAFESTA et al., 2003; COUPS-SMITH; ROSSOUW; TITLEY, 2003; ROMANO et al., 2005; GODOY-BEZERRA et al., 2006; PITHON; OLIVEIRA; RUELLAS, 2006; PITHON et al., 2006), e também *in vivo* (SILVERMAN et al., 1995; MITCHELL; O'HAGAN; WALKER, 1995; FRICKER, 1998; SUMMERS et al., 2004; ROSENBACH et al., 2007).

O cimento de ionômero de vidro híbrido fotopolimerizável Fuji ORTHO LC foi inicialmente utilizado em colagens de bráquetes ortodônticos por Silverman et al. em 1995. Os autores iniciaram 150 tratamentos com aparelhos fixos completos, com bráquetes colados de primeiro molar a primeiro molar, utilizando o material por oito meses. A colagem foi realizada após profilaxia com pedra-pomes, sem condicionamento ácido e em meio úmido e obtiveram 96,8 % de sucesso. Afirmam que o Fuji ORTHO LC é um cimento de ionômero de vidro híbrido fotopolimerizável produzido com a tecnologia dos cimentos de ionômero de vidro restauradores (SILVERMAN et al., 1995; VIEIRA et al., 2006).

Mitchell, O'Hagan e Walker (1995) compararam *in vitro* a resistência de união de bráquetes colados com quatro materiais: cimento de ionômero de vidro convencional restaurador (Chemfil - 3M Dental Products), dois cimentos de ionômero de vidro híbridos (Vitremer - 3M Dental Products fotopolimerizável e EXL - 3M Dental Products autopolimerizável) e um compósito resinoso (Concise - 3M Dental Products). Os ensaios de cisalhamento foram realizados após 10 minutos e após 24 horas da colagem. Foram encontradas maiores valores para o compósito resinoso nos dois tempos, tendo os valores aumentado após 24 horas nos grupos Concise, Vitremer e EXL, exceto para o Chemfil, que demonstrou os menores valores. Os

autores concluíram que, se os cimentos de ionômero de vidro híbridos forem aperfeiçoados para a colagem dos bráquetes, garantindo resistência de união adequada logo após a colagem, serão os materiais ideais para a colagem em Ortodontia.

Fricker (1998) avaliou o tempo de permanência da colagem de bráquetes com o Fuji Ortho, cimento de ionômero híbrido específico para uso em Ortodontia, e o compósito resinoso quimicamente ativado System One (Ormco, Corp, Glendora, Calif), por meio de observação clínica durante um ano de tratamento em 10 pacientes com diferentes máis oclusões. Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os dois materiais. Descolagens ocorreram em 5% da amostra dos bráquetes colados com Fuji Ortho e em 8,3% da amostra dos bráquetes colados com compósito resinoso.

Arici e Arici (2003) compararam a resistência de união da colagem de bráquetes com o cimento de ionômero de vidro quimicamente ativado o Fuji Ortho e o compósito resinoso Leone (Leone Sesto, Fiorentino, Italy). Os autores relataram que o cimento de ionômero de vidro sofre absorção de água e expansão térmica, levando à diminuição da resistência de união após termociclagem. Indicaram que melhores resultados na adesão são obtidos em testes de cisalhamento após serem os dentes armazenados em água destilada por 24 horas.

Souza, Franciscone e Araújo (1999) avaliaram a resistência de união de cinco materiais para fixação de bráquetes ortodônticos: o compósito resinoso quimicamente ativado Concise Ortodôntico; o cimento de ionômero de vidro híbrido Vitremer; o compômero Dyract, o Fuji Ortho LC e o Transbond XT. Os materiais foram utilizados de acordo com as instruções dos fabricantes. As médias obtidas para cada material foram as seguintes: Concise Ortodôntico = 21,94 MPa; Transbond XT = 19,93 MPa; Fuji Ortho LC = 18,13 MPa; Dyract = 10,68 MPa e Vitremer = 6,91 MPa. Os autores observaram que todos os cimentos atingiram valores aceitáveis à prática ortodôntica e que não houve diferença estatística significativa entre o grupo Concise Ortodôntico e o grupo Transbond XT e, também, entre o grupo Fuji Ortho LC e o grupo Transbond XT.

Toledano et al. (2003) avaliaram *in vitro* a resistência de união de diferentes materiais de colagem de bráquetes metálicos: o compósito resinoso System One; a resina fotoativada Light Bond (Reliance Orthodontic Products, Itasca, IL); o cimento de ionômero de vidro convencional Vivaglass Cem (Vivadent Ets., Schaan, Lichtenstein) e o Fuji Ortho LC. O resultado demonstrou que o System One obteve a maior média para a resistência de união (13,71 MPa), seguido dos grupos que tiveram o condicionamento ácido do esmalte: Light Bond (6,91MPa) e Fuji Ortho LC (6,62MPa). Os grupos colados com Vivaglass Cem e Fuji Ortho LC que não receberam o condicionamento ácido obtiveram os menores valores de resistência de união, abaixo dos valores clínicos mínimos.

Bishara et al. (1999) avaliaram a resistência de união do Fuji Ortho LC e da Transbond XT, após 30 minutos e após 24 horas da colagem dos bráquetes. Em geral, a resistência de união foi significativamente maior nos grupos que foram testados após 24 horas, tanto para o cimento de ionômero de vidro híbrido ( $8,8 \pm 3,6$  MPa) quanto para o compósito resinoso ( $10,4 \pm 2,8$  MPa), sem diferença estatisticamente significativa. Após 30 minutos da colagem, a resistência de união ainda é reduzida, o que resulta em maior facilidade de descolagem, caso sejam utilizados fios de maior espessura ou seja aplicada força excessiva na amarração dos bráquetes.

Cacciafesta et al. (2003) avaliaram os efeitos de três condicionadores de esmalte (ácido poliacrílico a 10%, ácido fosfórico a 37% e um *primer* autocondicionante) na força de união do Fuji Ortho LC (apresentação comercial em forma de cápsulas) colado em esmalte seco, em esmalte levemente úmido e em esmalte com presença de saliva. Os grupos que receberam condicionamento com o ácido fosfórico a 37% obtiveram maior resistência de união do que os que receberam condicionamento com o ácido poliacrílico a 10%. Os autores relataram ainda que, nos grupos que não receberam qualquer tipo de condicionamento ácido, a resistência de união foi baixa, contudo, ainda dentro da média de força adequada clinicamente, de 6 a 8 MPa (REYNOLDS, 1975), exceto para Fuji Ortho LC colado no esmalte seco, que obteve resistência de união de 4,23 MPa, considerada incompatível com os procedimentos clínicos.



Coups-Smith, Rossouw e Titley (2003) avaliaram a diferença na resistência de união dos cimentos de ionômero de vidro híbrido fotopolimerizável (Fuji Ortho LC) e autopolimerizável (GC Fuji Ortho) na superfície de esmalte seca e umedecida, sem condicionamento ácido e após condicionamento com ácido poliacrílico a 10%, comparando com os compósitos resinosos autopolimerizável (Phase II) e fotopolimerizável (Transbond XT) condicionados com ácido fosfórico a 37%, em esmalte seco. Verificaram que os cimentos de ionômero de vidro tiveram bom desempenho nos procedimentos de colagem e que a resina Transbond XT foi a que apresentou melhores resultados no que se refere à resistência de união. Os resultados demonstraram que a adesão dos cimentos de ionômero de vidro na superfície de esmalte sem condicionamento e umedecida é maior do que a adesão na superfície de esmalte seca sem condicionamento ácido. Entretanto, com o esmalte condicionado, seco ou úmido, ocorre maior resistência de união que com o esmalte não condicionado. O Fuji ORTHO LC não obteve boa resistência de união em esmalte seco, mesmo quando utilizado em superfície com condicionamento ácido.

Summers et al. (2004), em estudo *in vitro* e *in vivo*, utilizaram o cimento de ionômero de vidro híbrido Fuji Ortho LC em cápsulas, após condicionamento com ácido poliacrílico a 10%, e a resina composta Light Bond, após condicionamento com ácido fosfórico a 37%. No estudo *in vitro*, os autores compararam a resistência ao cisalhamento desses materiais, dividindo os corpos de prova de cada um deles em dois grupos de acordo com o tempo de permanência da colagem: um grupo submetido ao ensaio de cisalhamento após 30 minutos da colagem e outro submetido ao ensaio de cisalhamento após 24 horas. Foi encontrada diferença estatística significativa entre os 4 grupos do estudo, tendo o grupo da resina Light Bond, após 24 horas, obtido a maior média para a resistência de união ( $18,46 \pm 2,95$  MPa), seguido do grupo após 30 minutos ( $16,19 \pm 2,04$  MPa). O grupo do Fuji Ortho LC obteve as menores médias tanto para 24 horas ( $9,56 \pm 1,85$  MPa) quanto para 30 minutos, que obteve a menor média ( $6,93 \pm 1,93$  MPa). Na avaliação *in vivo*, os autores não encontraram diferença estatisticamente significativa no tempo de permanência da colagem entre os dois materiais e ressaltaram a adequada resistência de união dos dois materiais para suportar as forças oclusais e mastigatórias.

Movahhed, Ogaard e Syverud (2005) realizaram um estudo para comparar a resistência de união do Fuji Ortho LC em cápsulas, após condicionamento com ácido poliacrílico, com o compósito resinoso Transbond XT em combinação com o primer autocondicionante, em dois tempos, 5 e 15 minutos. Os resultados demonstraram que ambos os materiais obtiveram uma resistência de união suficiente para a colagem de bráquetes, tendo sido a média da força para o Fuji Ortho LC, após 5 minutos, de  $6,6 \pm 2,5$  MPa e, após 15 minutos, de  $9,6 \pm 1,5$  MPa, ao passo que, para o Transbond XT, a média da força, após 5 minutos, foi de  $8,8 \pm 2$  MPa e, após 15 minutos, de  $11 \pm 1,6$  MPa.

Chitnis, Dunn e Gonzales (2006) compararam a resistência ao cisalhamento de bráquetes ortodônticos colados em dentes molares humanos com quatro materiais diferentes: um compósito resinoso (Transbond XT, 3M Unitek) e um ionômero de vidro híbrido (Fuji Ortho LC), que são materiais fabricados para colagem de bráquetes, e um compósito resinoso modificado por poliácidos (Dyract AP, Dentsply) e um *giomer* (Beautifil, Shofu), materiais fabricados para restauração dentária. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre a Transbond XT e o Fuji Ortho LC. A resistência ao cisalhamento foi menor nos grupos que utilizaram *giomer* e o Dyract.

Al Shamsi et al. (2006) avaliaram a resistência de união, utilizando o cimento de ionômero de vidro Fuji Ortho LC e a resina Transbond XT. Compararam dentes condicionados com ácido poliacrílico a 10% e colados com Fuji Ortho LC em esmalte umedecido e dentes condicionados com ácido fosfórico a 37% a dentes colados com a resina Transbond XT em esmalte seco. Vinte e quatro horas após a colagem, ambos os materiais apresentaram resistência de união adequadas, sendo a média (7,91 MPa) do Fuji Ortho LC menor que a média (10,66 MPa) do Transbond XT. No entanto, ambos os grupos apresentam uma força de união adesiva maior que a clinicamente aceitável.

Godoy-Bezerra et al. (2006) avaliaram a resistência de união do cimento Fuji Ortho LC em meio contaminado com saliva, usando cinco diferentes pré-tratamentos do esmalte dental: 1) condicionamento com ácido poliacrílico a 10%, por 20 segundos,

deixando a superfície contaminada com saliva antes da colagem; 2) condicionamento com ácido fosfórico a 37%, por 20 segundos, e, posteriormente, contaminando o esmalte com saliva; 3) sem condicionamento ácido, porém contaminado com saliva; 4) condicionamento com ácido poliacrílico a 10%, por 20 segundos, não tendo sido o esmalte contaminado com saliva; 5) condicionamento com ácido fosfórico a 37%, por 20 segundos, deixando o esmalte seco para colagem com Transbond XT, como controle. Após a colagem, os corpos de prova foram submetidos a 500 ciclos de termociclagem e a ensaio de cisalhamento, posteriormente. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa na resistência de união entre os grupos 1, 3 e 4. Concluiu-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo 2 e 5, demonstrando que a contaminação do esmalte por saliva não interferiu na colagem.

Pithon, Oliveira e Ruellas (2006) compararam a resistência ao cisalhamento de bráquetes metálicos colados com os cimentos de ionômero de vidro híbridos Fuji Ortho LC e Ortho Glass (DFL, Rio de Janeiro, Brasil) em esmalte sem condicionamento e com condicionamento com ácido fosfórico a 37%, usando como controle, a resina Transbond XT com condicionamento ácido. Incisivos inferiores bovinos foram divididos em cinco grupos. No grupo 1 (controle), a colagem foi realizada com Transbond XT, seguindo as recomendações do fabricante. Nos grupos 2 e 3, os bráquetes foram colados com Fuji Ortho LC sem condicionamento e com condicionamento com ácido fosfórico 37%, respectivamente. Nos grupos 4 e 5, a colagem foi realizada com Ortho Glass LC, nas mesmas condições dos grupos 2 e 3. O ensaio de cisalhamento foi realizado em máquina de ensaio universal Instron à velocidade de 0,5 mm por minuto. Os valores médios em MPa de resistência ao cisalhamento dos grupos 1, 2, 3, 4 e 5 foram, respectivamente, 11,37 MPa, 2,84 MPa, 11,94 MPa, 1,68 MPa e 4,29 MPa. Não houve diferenças estatísticas entre os grupos 1 e 3, sendo esses grupos estatisticamente superiores aos demais ( $p < 0,05$ ). O Transbond XT convencional e o Fuji Ortho LC obtiveram resultados de resistência ao cisalhamento superiores aos dos demais grupos, quando colados em superfície condicionada com ácido fosfórico a 37%. Com esse resultado, os autores indicam com segurança a utilização do Fuji Ortho LC na colagem de bráquetes, uma vez que esse material teria uma vantagem adicional quando comparado ao Transbond, que seria a liberação de flúor. No entanto, em esmalte sem condicionamento, os dois

cimentos de ionômero de vidro alcançaram baixos valores adesivos. Os valores de adesão do Ortho Glass foram inferiores aos do Fuji ORTHO LC.

Romano et al. (2005) compararam a resistência dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina: Fuji Ortho LC e Ortho Glass P, com e sem condicionamento ácido. Foi verificado que o Fuji Ortho LC obteve maior resistência que o Ortho Glass P, tanto em esmalte condicionado quanto em esmalte não condicionado. Os resultados desse estudo mostraram superioridade estatística do Fuji Ortho LC, em esmalte condicionado (16,51 MPa) e sem condicionamento do esmalte (9,33 MPa), em relação, aos grupos colados com Ortho Glass P, com condicionamento do esmalte (2,59 MPa) e sem condicionamento do esmalte (2,0 MPa). Não houve diferença estatística significativa entre os dois grupos colados com Ortho Glass P.

Pithon et al. (2006) compararam a resistência de união ao cisalhamento dos materiais Fuji Ortho LC, Ortho Glass e Transbond XT em bráquetes metálicos colados em esmalte não condicionado, em esmalte condicionado com ácido fosfórico a 37% e em esmalte condicionado com Transbond Plus Self Etching Primer (TPSEP). Verificaram que os materiais Fuji Ortho LC, com condicionamento ácido a 37% (11,37 MPa) e com TPSEP (9,54 MPa), e Transbond XT (11,94 MPa) não demonstraram diferença significativa quanto à resistência de união. Quando não houve o condicionamento ácido, Fuji Ortho LC e Ortho Glass LC apresentaram baixos valores adesivos, 2,84 MPa e 1,68 MPa, respectivamente. O cimento de ionômero de vidro Ortho Glass LC obteve médias de resistência de união baixas, mesmo com condicionamento ácido a 37% (4,29 MPa) e com o TPSEP (5,26 MPa).

Rosenbach et al. (2007) avaliaram a influência do condicionamento ácido do esmalte na resistência de união adesiva do Fuji Ortho LC em pré-molares extraídos, separados em dois grupos: no grupo 1, os dentes foram condicionados com ácido fosfórico a 37% e os bráquetes foram colados com o Fuji Ortho LC; no grupo 2, não houve condicionamento ácido, e os corpos de prova foram submetidos a ensaio de cisalhamento. Os resultados demonstraram que o Fuji Ortho LC, com e sem a realização de condicionamento do esmalte, apresenta resistência de união adesiva entre 6,26 e 6,52 MPa, considerada adequada para uso clínico, que, segundo Reynolds et al. (1975) deve ser entre 6 a 8 MPa.

Cheng et al. (2011) avaliaram os efeitos do condicionamento com ácido fosfórico a 15% e da presença de umidade no esmalte na resistência de união, comparando o Fuji Ortho LC e o Transbond XT. Foram avaliados cinco grupos, dentre eles: grupo 1, com condicionamento ácido e com bráquetes colados com Fuji Ortho LC; grupo 2, com condicionamento com ácido e esmalte umedecido com água antes da colagem; grupo 3, sem condicionamento e esmalte seco; grupo 4, sem condicionamento e esmalte umedecido com água e grupo 5 (controle), com condicionamento ácido e esmalte seco, com bráquetes colados com Transbond XT. Os resultados demonstraram que os grupos 1, 2 e 3 não apresentaram diferença estatisticamente significativa, com valores de resistência de  $17,3 \pm 2,73$  MPa,  $13,2 \pm 5,95$  MPa e  $14,4 \pm 5,93$  MPa, respectivamente. Não houve diferença nos resultados entre o grupo 4 ( $11,3 \pm 4,35$  MPa) e 5 ( $11,6 \pm 1,74$  MPa), concluindo os autores que a colagem com Fuji Ortho LC, após condicionamento ácido e umedecimento do esmalte, apresenta uma resistência de união tão boa quanto a do Transbond XT.

#### **2.4 Liberação de flúor pelos materiais utilizados na colagem de bráquetes ortodônticos**

Coups-Smith, Roussow e Titley (2003) recomendam o uso do cimento de ionômero de vidro Fuji Ortho LC para a colagem de bráquetes ortodônticos por fornecer uma resistência de união suficiente para suportar as condições clínicas, como a força mastigatória e as forças usadas na movimentação ortodôntica. Ao mesmo tempo, esse material foi indicado por desempenhar a função de reserva de flúor, reduzindo o potencial cariogênico causado pela retenção de placa bacteriana nos acessórios ortodônticos. Alguns estudos demonstram que os materiais de colagem apresentam propriedades de liberação de flúor e de prevenção da desmineralização do esmalte (ASHCRAFT; STALEY; JAKOBSEN, 1997; SILVA; DUARTE; SAMPAIO; 2010; CACCIAFFESTA et al., 2007; CHIN et al., 2009; PASCOTTO et al., 2004).

Ashcraft, Stanley e Jakobsen (1997) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a liberação de flúor e resistência ao cisalhamento de 3 ionômeros de vidro fotoativados e 1 resina quimicamente ativada. Os agentes de união testados foram

os cimentos de ionômero Band-Lik (Reliance Orthodontic Products), Ziommer (DenMat Corp.), Geristore (DenMat Corp.) e a resina composta Concise (3M Unitek Corp.) Durante 42 dias pós a colagem dos bráquetes, foram feitos os testes de liberação de flúor e depois os corpos de prova foram submetidos à exposição ao fluoreto estano, para avaliar a recarga de e liberação de flúor conseguinte. Os autores observaram que todos os cimentos de ionômero de vidro liberaram flúor logo após a sua polimerização e depois da exposição ao flúor em gel para uso tópico.

Cacciafesta et al. (2007) observaram que o Fuji Ortho LC apresenta uma taxa de liberação de flúor suficiente para reduzir a formação de lesões de manchas brancas ao redor de bráquetes ortodônticos e é recomendado para pacientes com alto risco de cárie. Os autores demonstraram que o Transbond XT liberou quantidades desprezíveis de flúor e o Fuji Ortho LC liberou maior quantidade de flúor, atribuindo eles esse resultado à sua reação ácido-base entre o pó de aluminossilicato de vidro, que contém flúor, e o líquido, que resulta na liberação de íons fluoreto.

Chin et al. (2009) realizaram avaliação *in vitro* da liberação de flúor de quatro materiais de colagem: Fuji Ortho LC, Ketac Cem, Light-Bond e Transbond XT. Foram avaliadas a recarga e a liberação de flúor quanto à presença ou não de exposição diária de produto fluoretado. Os autores correlacionaram também o padrão de liberação de flúor desses materiais com a desmineralização do esmalte adjacente aos bráquetes ortodônticos e quantificaram a profundidade das lesões. Os resultados demonstraram níveis desprezíveis de flúor liberados pela Transbond XT e a menor proteção contra as lesões cariosas. Os outros materiais tiveram padrão de liberação de flúor bem aproximados, com os maiores valores encontrados após quatro horas da presa inicial e os níveis de liberação mais estáveis após duas semanas. O Fuji Ortho LC liberou maior quantidade de flúor e resultou na menor desmineralização do esmalte ao redor dos bráquetes, com ou sem aplicação diária de flúor, sendo considerado pelos autores como o melhor material cariostático em lesões cariosas mais superficiais.

Silva, Duarte e Sampaio (2010) avaliaram a liberação de flúor dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina Vitro Fil LC e Vitremer, antes e após a recarga com fluoreto de sódio neutro a 2%. Após a aplicação tópica de flúor, os

materiais foram capazes de apresentar recarga de flúor. Os autores concluíram que os cimentos de ionômero de vidro são capazes de liberar flúor e podem recarregar flúor, *in vitro*, por meio de uma aplicação tópica de fluoreto de sódio neutro a 2%. O Vitro Fil LC e o Vitremer obtiveram uma média de liberação de flúor semelhante, mas, após recarga com flúor, o Vitro Fil LC obteve a maior média de liberação de flúor.

Pascotto et al. (2004) avaliaram *in vivo* o efeito do cimento de ionômero de vidro na desmineralização do esmalte ao redor de bráquetes colados com Fuji Ortho LC e, como controle, utilizaram o compósito resinoso quimicamente ativado Concise. Os resultados demonstraram menor desmineralização no esmalte no Grupo colado com Fuji Ortho LC, atribuída à propriedade de liberação de flúor, favorecendo sua indicação de uso em paciente com dificuldade de higienização.

## **2.5 Descolagem dos bráquetes ortodônticos**

A resistência de união do bráquete ao esmalte parece estar relacionada à quantidade de material adesivo remanescente após a descolagem, ou seja, quanto maior a resistência de união, maior quantidade de material permanece aderido ao esmalte (COUPS-SMITH; ROSSOUW; TITLEY, 2003). Portanto, a avaliação desse remanescente de adesivo se faz importante para caracterizar cada tipo de material utilizado para colagem de bráquetes.

Artun e Bergland (1984) elaboraram um índice que avalia a quantidade de remanescente de resina sobre o esmalte após a remoção do bráquete, por meio de uma classificação baseada no seguinte escore: 0 para nenhum resto de resina deixado no dente; escore 1 para menos da metade da resina deixada no dente; escore 2 para mais da metade da resina deixada no dente e escore 3 quando toda a resina fica no dente com a impressão da base do bráquete. Esse índice também é utilizado por outros autores para avaliar os materiais de colagem (COUPS-SMITH; ROSSOUW; TITLEY 2003; GODOY-BEZERRA et al. 2006; PITHON; OLIVIERA; RUELLAS, 2006; ROSENBAACH et al., 2007; PONT et al., 2010) e é denominado Índice de Remanescente Adesivo (IRA). É um sistema que permite a análise

estatística e comparações com outros estudos clínicos e laboratoriais, facilitando a padronização dos testes de resistência de união (ARTUN; BERGLAND, 1984).

É possível quantificar, por meio do IRA, o remanescente adesivo e avaliar os locais onde ocorrem as falhas de adesão (CHEVITARESE; RUELLAS, 2005), que podem ser entre o esmalte e o material de colagem; entre o material de colagem e a base do bráquete; ou em ambos os locais (falhas mistas), que incluem falha adesiva e coesiva no corpo do material de colagem (PONT et al., 2010).

Outro tipo de classificação para definir o sítio de fratura após a descolagem foi utilizado por alguns autores (BISHARA et al., 1999; SUMMERS et al., 2004; MOVAHHED; OGAARD; SYVERUD, 2005). Essa definição consiste em de uma escala de 1 a 5, onde 5 corresponde à ausência de material aderido ao esmalte; 4, menos que 10% de material aderido ao esmalte; 3, mais de 10%, mas menos que 90% de material de colagem aderido ao esmalte; 2, mais do que 90% de material aderido e 1, todo o material aderido ao esmalte, com a impressão da base do bráquete no material restante.

Al Shamsi et al. (2006) utilizaram o IRA modificado, estabelecendo 5 escores para o remanescente de adesivo presente no esmalte. São eles: escore 0, para mais de 75% de adesivo no esmalte; escore 1, para 75% do adesivo no esmalte; escore 2, para 50% de adesivo no esmalte; escore 3, com 25% de adesivo restante no esmalte; escore 4, para menos que 25% de adesivo deixado no esmalte, e escore 5, para nenhum adesivo aderido ao esmalte. Os autores observaram que, em todas as 30 amostras nas quais foram colados bráquetes metálicos com Fuji Ortho LC, com condicionamento com ácido poliacrílico e esmalte umedecido, o sítio de fratura ocorreu na interface esmalte/adesivo, com o IRA = 5, ou seja, nenhum adesivo remanescente foi deixado no esmalte.

Toledano et al. (2003) avaliaram o sítio de fratura por intermédio da seguinte classificação: tipo I – falha adesiva na interface resina/esmalte; tipo II – falha adesiva na interface bráquete-resina; tipo III – falha mista, após a descolagem de bráquetes colados com estes materiais: o compósito quimicamente ativado System One (Ormco Corp, Glendora, Calif); a resina fotoativada Light Bond (Reliance Orthodontic



Products, Itasca, I11); o cimento de ionômero de vidro convencional Vivaglass Cem (Vivadent Ets., Schaan, Lichtenstein) e o cimento de ionômero de vidro híbrido Fuji Ortho LC. Os resultados demonstraram que a resina Light Bond obteve a maior porcentagem de falhas na interface bráquete/material de colagem e que o Fuji Ortho LC apresentou 70% das falhas mistas, tanto na interface esmalte/material de colagem quanto na interface bráquete/material de colagem. Quando não houve o condicionamento ácido, a maioria das falhas ocorreu entre esmalte-material de colagem (75% no Fuji Ortho LC e 100% no Vivaglass Cem). Os autores observaram fraturas no esmalte no grupo System One, que obteve maiores valores de resistência de união.

Souza, Franciscone e Araújo (1999) avaliaram os locais de fratura e verificaram que o cimento de ionômero de vidro híbrido Vitremer, os compósitos resinosos Concise Ortodôntico e o Transbond XT são mais aderentes ao esmalte dentário do que à base do bráquete, uma vez que as falhas adesivas ocorreram principalmente na interface cimento/bráquete. Por outro lado, o Fuji Ortho LC e o compômero Dyract apresentaram em torno de 40% das falhas na interface cimento/ bráquete. Ao analisar as falhas no corpo do material de colagem, pode-se dizer que o Dyract foi o cimento que apresentou maior falha coesiva (50%), seguido do Fuji Ortho LC (30%) e do Concise (10%).

Arici e Arici (2003) utilizaram o índice de remanescente adesivo (IRA), preconizado por Artun e Bergland (1984), para analisar os sítios de fratura após a descolagem de bráquetes. Observaram que, nos grupos onde foi utilizado o Fuji Ortho quimicamente ativado, predominou o IRA 3 em 40% da amostra, o que indicou falha adesiva entre bráquete/material adesivo. Segundo os autores, esse fato demonstra vantagem clínica, uma vez que maior quantidade de material aderido protege o esmalte contra iatrogenias durante a descolagem. Quando utilizaram o compósito resinoso Leone (Leone Sesto, Fiorentino, Italy), predominou o IRA 0 em 40% da amostra, o que indica falha adesiva entre esmalte/material. Vale ressaltar que os autores não reportaram nenhuma fratura de esmalte em ambos os grupos.

Bishara et al. (1999) avaliaram o sítio de fratura após a descolagem de bráquetes de dentes molares humanos colados com o Fuji Ortho LC e a Transbond XT, após 30

minutos e após 24 horas da colagem e notaram que o cimento de ionômero de vidro híbrido obteve falhas mais frequentes entre o esmalte e o material de colagem, o que, clinicamente, se torna uma vantagem, uma vez que há menos material para ser removido após o tratamento ortodôntico.

Cacciafesta et al. (2003) utilizaram o Fuji Ortho LC em cápsulas e observaram que, nos grupos de dentes que não receberam condicionamento ácido, houve maiores falhas de adesão na interface esmalte/material de colagem, IRA=0. Nos dentes que tiveram condicionamento com ácido poliacrílico a 10%, os valores médios foram de IRA 0 e 1, e, nos grupos com condicionamento com ácido fosfórico a 37%, os valores para o IRA foram de 2 e 3.

Coups-Smith, Rossouw e Titley (2003) utilizaram o IRA preconizado por Artun e Bergland (1984) e notaram que, nos dentes colados com Fuji Ortho LC, após o condicionamento com ácido poliacrílico a 10% e com esmalte umedecido, as falhas foram mais frequentes na interface esmalte/material de colagem, IRA 1, e, quando em meio seco, o IRA prevaleceu no escore 0 para a maioria dos espécimes. Os autores atribuíram esse resultado à menor adesão do Fuji Ortho LC ao esmalte seco.

Summers et al. (2004) determinaram o modo da fratura da colagem de bráquetes por meio do IRA modificado, *in vivo* e *in vitro*. Os grupos Fuji Ortho LC mostraram predominância de falha na interface esmalte/adesivo, com escore 5 (todo o adesivo permaneceu no bráquete), diferindo estatisticamente dos grupos Light Bond, com escore 4 e mais de 90% de remanescente adesivo no bráquete.

Movahhed, Ogaard e Syverud (2005) avaliaram em fotografias o índice de remanescente de adesivo do Fuji Ortho LC em cápsulas, após condicionamento com ácido poliacrílico, e do Transbond XT em combinação com o *primer* autocondicionante. No Transbond XT, o remanescente de adesivo ficou presente na mesma quantidade, tanto no esmalte quanto na base do bráquete. No Fuji Ortho LC, a maioria das falhas ocorreram na interface esmalte/adesivo, o que, na visão dos autores, é mais favorável pela facilidade de remoção do remanescente após a descolagem.

Chitnis, Dunn e Gonzales (2006) observaram maior frequência de falha na interface bráquete/material de colagem para os materiais Transbond XT, Dyract AP e Beautifil. Para o Fuji Ortho LC, a maior frequência de falha ocorreu na interface esmalte/material de colagem, o que, para os autores, é uma vantagem clínica no que tange à facilidade de remoção do remanescente do adesivo após a descolagem.

Godoy-Bezerra et al. (2006) avaliaram o IRA em dentes colados com Fuji Ortho LC, condicionados com ácido poliacrílico e com ácido fósfórico a 37% e contaminados ou não por saliva, sendo usado, como controle, o Transbond XT. Os resultados foram avaliados por meio de microscópio em aumento de 50X. Quando o condicionamento ácido foi realizado, 50% dos dentes apresentaram valores iguais a 3. Quando não houve condicionamento ácido, a maioria das falhas adesivas foram na interface esmalte/material adesivo. Os autores demonstraram que o IRA está diretamente relacionado ao ataque ácido e não à contaminação por saliva ou ao tipo de material de colagem.

Pithon, Oliveira e Ruellas (2006) avaliaram o índice de remanescente de adesivo preconizado por Artun e Bergland (1984), após descolagem de bráquetes metálicos colados com Fuji Ortho LC, Ortho Glass (DFL, Rio de Janeiro, Brasil) e Transbond XT em esmalte sem e com condicionamento com ácido fosfórico a 37%. O valor do IRA foi maior nos grupos com condicionamento ácido, com a maioria das fraturas ocorrendo na interface bráquete/material adesivo (IRA = 2), o que mostra ser esse condicionamento clinicamente vantajoso, uma vez que o material fica mais aderido ao bráquete, evitando fraturas no esmalte após a descolagem.

Pithon et al. (2006) utilizaram um estereomicroscópio com aumento de 8X para avaliar o IRA. Verificaram que os materiais Fuji Ortho LC e Transbond, utilizados após condicionamento com ácido fosfórico a 37% ou com *primer* autocondicionante (TPSEP), mostraram maior frequência de falhas na interface bráquete/material de colagem.

Rosenbach et al. (2007) avaliaram a influência do condicionamento ácido do esmalte no IRA com Fuji Ortho LC. Os remanescentes adesivos foram analisados por meio

do microscópio óptico com aumento de 10X e graduados de 0 a 3, de acordo com o índice de Artun e Bergland (1984). Os dentes submetidos ao condicionamento ácido apresentaram maior frequência de IRA 2 e 3, indicando maior quantidade de material aderido ao esmalte, ou seja, a falha na união ocorreu em maior parte na interface bráquete/material adesivo ou por fratura coesiva, o que impede a fratura do esmalte no momento da descolagem.

Cheng et al. (2011) avaliaram a interface de descolagem do Fuji Ortho LC e do compósito resinoso Transbond XT em microscópio eletrônico com aumento de 20X. Concluíram que o grupo do cimento de ionômero de vidro obteve maioria do IRA 2 e o grupo da resina obteve IRA 3 em 76% da amostra. Ambos os materiais permaneceram mais aderidos ao esmalte após a descolagem, e nenhum dos grupos apresentou fratura no esmalte.

### 3 PROPOSIÇÃO

Este trabalho objetiva verificar a possibilidade de um cimento de ionômero de vidro híbrido, indicado para restaurações, ser empregado como material adesivo para a colagem de bráquetes ortodônticos. Desse modo, são propostas do trabalho:

- avaliar a resistência de união do cimento de ionômero de vidro híbrido restaurador manipulado de duas formas diferentes;
- comparar a resistência de união do cimento de ionômero de vidro híbrido restaurador com um cimento de ionômero de vidro híbrido e um compósito resinoso, ambos indicados para colagem de bráquetes e considerados “padrão ouro”;
- comparar o índice de remanescente adesivo, o tipo de falha da adesão e a presença de fratura no esmalte após a descolagem.

## 4 METODOLOGIA

O projeto de pesquisa que deu origem a esta dissertação foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Espírito Santo, em 30 de abril de 2014, por meio do Parecer nº 623.290 (ANEXO A).

### 4.1 Materiais

Os materiais avaliados neste estudo foram os seguintes: o compósito resinoso Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) (Figura 1), considerada a resina “padrão ouro” para colagem de bráquetes em Ortodontia; o cimento de ionômero de vidro híbrido Fuji Ortho LC (GC América Corp., Tokyo, Japan) (Figura 2), considerado o ionômero de vidro “padrão ouro” para colagem de bráquetes; e o cimento de ionômero de vidro híbrido Vitro Fil LC (Nova DFL, Rio de Janeiro, RJ. Brasil) (Figura 3), indicado como material restaurador.

Figura 1 - Compósito resinoso Transbond XT.



Fonte: acervo da autora.

Figura 2 - Cimento de ionômero de vidro híbrido Fuji Ortho LC.



Fonte: acervo da autora.

Figura 3 - Cimento de ionômero de vidro híbrido Vitro Fil LC.



Fonte: acervo da autora.

As características dos produtos, de acordo com informações dos fabricantes, estão especificadas a seguir (Quadro 1).

Quadro 1 – Características dos materiais avaliados no estudo.

	Transbond XT	Fuji Ortho LC	Vitro Fil LC
Sigla	XT	FO	VF1 / VF2
produto	compósito resinoso	ionômero de vidro híbrido modificado por resina	ionômero de vidro híbrido modificado por resina
indicação	colagem de bráquetes	colagem de bráquetes	restauração
liberação de flúor	não	sim	sim
polimerização	fotopolimerizável	fotopolimerizável (dual)	fotopolimerizável (dual)
apresentação	pasta única	pó e líquido	pó, líquido e <i>primer</i> (glazer não utilizado)
composição	monômeros bis-gma e tegdma, cargas de sílica, hexa-flúor-fosfato, silano, n-dimetilbenzocaína	partículas de vidro de flúor-alumino-silicato	silicato de estrôncio-alumínio, carga, ativadores e óxido de ferro
líquido	não apresenta	ácido poliacrílico, 2-hidroxi-etil-metacrilato (hema), di-2-metacriloxietil-2,2,4, trimetil hexametileno dicarbonato, trietileno glicol dimetacrilato, água, canforoquinona e outros ingredientes	2-hidroxietil metacrilato (hema), solução aquosa de ácidos poliacrílico e tartárico, peróxido de benzoíla e canforoquinona.
<i>primer</i>	trietileno-glicol-dimetacrilato e bis-gma (lote 360650)	não apresenta	poliácidos metacrilatos modificados, estabilizante, catalizador e álcool etílico
Lote	368552	1208081	13030379

Fonte: elaborado pela autora.

## 4.2 Métodos

### 4.2.1 Obtenção e seleção das amostras

A amostra foi constituída de 72 dentes primeiros pré-molares superiores humanos, advindos do Banco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, Campus São Paulo (FO-USP) (ANEXO B), de acordo com a Resolução nº 466/12. Os critérios para seleção dos dentes ao exame visual foram coroas intactas, ausência de descalcificação, trincas e fraturas. Os dentes foram armazenados em recipiente plástico, contendo água destilada estéril, trocada semanalmente, e conservados em temperatura ambiente até serem utilizados no experimento.

### 4.2.2 Preparo dos corpos de prova

A área de colagem foi delimitada previamente, e, para isso, foi utilizada uma tira de papel Contact® preto de 10 mm x 20 mm, na qual foi feito um orifício em formato circular por meio de um perfurador manual. A área do orifício foi medida por meio de um perfilógrafo, dando o valor de 14,51 mm<sup>2</sup>. Após secagem dos dentes com papel absorvente, a tira de papel Contact foi colada, delimitando o centro da face vestibular de cada dente (Figura 4).

Figura 4 - Delimitação de superfície de colagem.



Fonte: acervo da autora.



Para que a face vestibular de cada dente ficasse posicionada perpendicular ao solo, foi utilizado um equipamento de propriedade do Laboratório de Biomateriais e Biologia Oral da FO-USP, composto de hastes verticais móveis. No momento da inclusão, foi preso a cada haste vertical um bráquete com a base voltada para a face vestibular do dente (Figura 5).

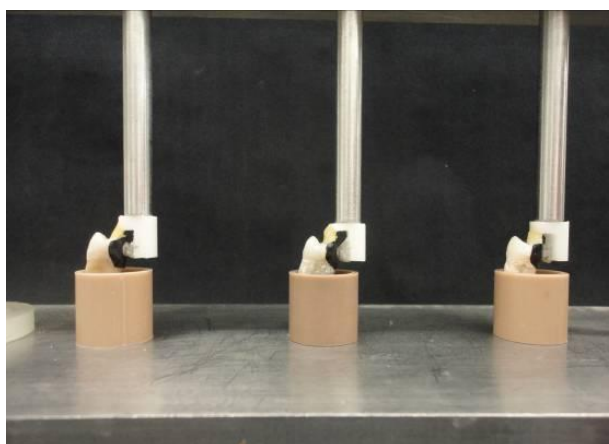
Os dentes foram presos às hastes verticais com cera pegajosa (Figura 6). Em seguida, foram incluídos em resina acrílica autopolimerizável incolor (JET, Clássico) dentro de tubos de PVC (Tigre, Brasil), com altura de 20 mm e diâmetro de 1/2 polegada, com a coroa do dente centralizada no tubo. Tanto no momento da inclusão quanto durante a colagem, o mesmo equipamento de hastes verticais foi utilizado (Figura 6). Após a reação de presa da resina acrílica autopolimerizável, o conjunto dente-tubo de PVC foi removido do dispositivo, numerado para melhor identificação dos corpos-de-prova e armazenado em água destilada em recipiente plástico fechado, durante 24 horas, em estufa à 37°C. Foram preparados 72 corpos de prova.

Figura 5 - Equipamento de hastes verticais móveis.



Fonte: acervo da autora.

Figura 6 - Inclusão dos dentes em resina acrílica no equipamento de hastes verticais.



Fonte: acervo da autora.

Previamente ao procedimento de colagem, o conjunto dente-tubo PVC foi inserido em uma matriz de PVC horizontal, para que a face vestibular do dente pudesse ficar perfeitamente paralela ao solo durante a colagem. Para o procedimento de colagem,

as faces vestibulares dos dentes receberam profilaxia com pedra-pomes (S. S. White, Petrópolis, Brasil) e água, com auxílio de taça de borracha, montada em contra-ângulo de baixa rotação (Kavo), durante 5 segundos (Figura 7). Em seguida, os dentes foram lavados em água corrente pelo mesmo tempo e secos com jatos de ar comprimido, livre de óleo. A cada 5 profilaxias, a taça de borracha foi substituída para garantir a qualidade e a padronização do procedimento.

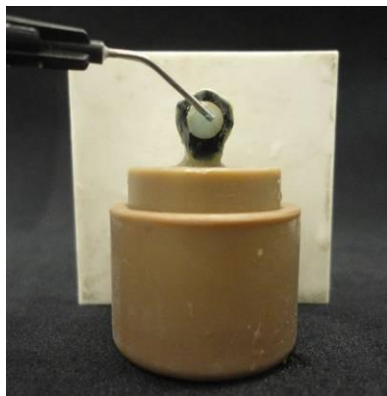
Figura 7 - Profilaxia com pedra-pomes e água.



Fonte: acervo da autora.

O esmalte de todos os dentes foi condicionado com ácido fosfórico a 37% em forma de gel (Alpha Etch, DFL, Brasil), por 30 segundos, no centro da superfície vestibular, na área demarcada pelo orifício de papel Contact® preto (Figura 8). Em seguida, foi lavado pelo mesmo período de tempo (Figura 9) e seco com jato de ar, isento de óleo ou umidade. Todas as colagens foram realizadas pelo mesmo operador.

Figura 8 - Condicionamento com ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos.



Fonte: acervo da autora.

Figura 9 - Lavagem com água.



Fonte: acervo da autora.

Foram utilizados 72 bráquetes de aço inoxidável para primeiros pré-molares superiores, com slot 0.022" x 0.028" do tipo *Minimaster Series* (American Orthodontics), com 3,65 mm de largura, 2,94 mm de altura e 0,41 mm de profundidade da concavidade da base (Figura 10). Os bráquetes foram divididos aleatoriamente e divididos em quatro grupos com 18 corpos de prova em cada grupo.

Figura 10 – Bráquete utilizado no estudo.



Fonte: acervo da autora.

#### 4.2.3 Grupos avaliados

Todas as colagens foram realizadas da mesma forma, diferindo apenas o material adesivo. Quatro grupos distintos foram avaliados: os grupos Transbond XT (grupo XT) e Fuji Ortho LC (grupo FO) colados de acordo com as recomendações dos fabricantes; os outros dois grupos (grupos VF1 e VF2), que foram colados com o Vitro Fil LC, modificando as recomendações do fabricante.

**Grupo XT-** A superfície condicionada foi umedecida com o *primer* (*Light cure adhesive primer*) e fotopolimerizado por 20 segundos. A seguir, a resina Transbond XT em pasta única foi levada à base dos bráquetes, que foram colados à superfície vestibular dos dentes.

**Grupo FO-** A superfície condicionada foi umedecida com água aplicada com uma ponta do tipo *microbrush* e um leve jato de ar livre de óleo para remover o excesso. A seguir, os bráquetes foram colados com o cimento ionômico de vidro híbrido Fuji Ortho LC, manipulado de acordo com as recomendações do fabricante: uma porção de pó com 2 gotas do líquido por um tempo de 25 segundos. Logo após, o material

foi levado à base dos bráquetes, os quais foram colados à superfície vestibular dos dentes (Figura 11).

**Grupo VF1-** Procurando imitar a sequência de colagem do grupo XT, a superfície condicionada foi umedecida com o líquido Vitro Fil LC *primer* aplicado com um *microbrush*, sem polimerizar, e um leve jato de ar livre de óleo para remover o excesso. O *primer* não foi polimerizado, porque o ionômero de vidro apresenta maior adesão em superfície úmida. O cimento de ionômero de vidro híbrido Vitro Fil LC foi manipulado com: 1 porção de pó e 2 gotas do líquido por 25 segundos. Em seguida, o material foi levado à base dos bráquetes e colados à superfície vestibular dos dentes (Figura 12).

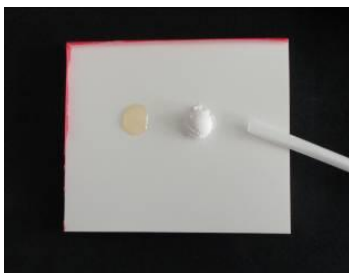
**Grupo VF2-** Procurando imitar a sequência de colagem do grupo FO, a superfície condicionada foi umedecida com água destilada aplicada com um *microbrush* e um leve jato de ar livre de óleo para remover o excesso. Em seguida, os bráquetes foram colados com o cimento ionômero de vidro híbrido Vitro Fil LC manipulado com 1 porção de pó, 1 gota do líquido e 1 gota do *primer* por 25 segundos (Figura 13). Na sequência, o material foi levado à base dos bráquetes e colados à superfície vestibular dos dentes (Figura 14).

Figura 11 – Grupo FO



Fonte: acervo da autora.

Figura 12 – Grupo VF1



Fonte: acervo da autora.

Figura 13 – Grupo VF2



Fonte: acervo da autora.

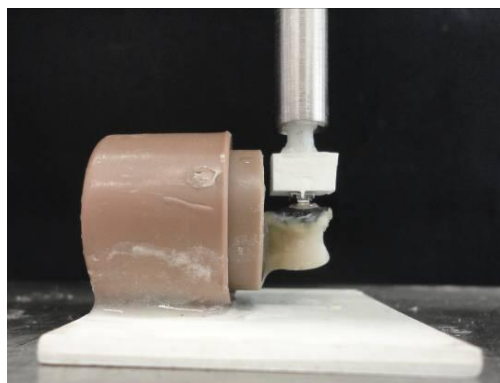
Foram acoplados pesos de metal às hastes verticais móveis para padronizar a força sobre o dente, que foi de 300 gramas, durante a colagem do bráquete, e também, a espessura do material adesivo (Figura 14 e 15).

Figura 14 - Pesos acoplados no equipamento de hastes verticais móveis do Laboratório de Biomateriais e Biologia Oral da FO-USP.



Fonte: acervo da autora.

Figura 15 - Pressão exercida sobre o bráquete no momento da colagem.



Fonte: acervo da autora.

Após a colagem, o excesso do material que extravasou aos limites externos da base do bráquete não foi removido, pelo fato de a área total de colagem ter sido delimitada previamente. Em seguida, retirou-se a força aplicada e procedeu-se à fotopolimerização do material de colagem por 10 segundos em cada face (mesial, distal, oclusal e cervical), totalizando 40 segundos, com o Fotopolimerizador Kavo Poly Wirelles XL 2500 (Kavo®, Santa Catarina, Brasil).

Após o término da colagem, os corpos-de-prova foram removidos da matriz de PVC e armazenados em água destilada em estufa, a  $37 \pm 2^\circ\text{C}$ , durante 24 horas, e, então, foram submetidos ao ensaio mecânico para avaliar a resistência da colagem ao teste de cisalhamento.

#### 4.3 Ensaio de resistência ao cisalhamento

A amostra foi submetida ao ensaio de resistência ao cisalhamento dos bráquetes em máquina de ensaio universal Kratos (Series KE, Equipamentos Industriais, SP, Brasil), pertencente ao Departamento de Biomateriais e Biologia Oral da FO-USP (Figura 16).

O corpo de prova foi fixado em uma base de aço inoxidável adaptado no mordente inferior da máquina, que permaneceu fixo durante o ensaio. A ponta ativa em forma de cinzel foi presa no mordente superior móvel. A posição do conjunto nos mordentes permitiu que o movimento de cisalhamento fosse paralelo à face vestibular do dente, imprimindo a força de cisalhamento na interface aleta-base do bráquete (Figura 17).

Figura 16 - Máquina de ensaio universal.



Fonte: acervo da autora.

Figura 17 - Cinzel posicionado no entre a base e as aletas do bráquete.



Fonte: acervo da autora.

Foi utilizada a célula de carga de 1 kN e velocidade de 0,5 mm por minuto. Os valores das cargas máximas de descolagem foram registrados em Newton (N) e avaliada a resistência em mega Pascal (MPa), dividindo-se o valor pela área de colagem (14,51 mm<sup>2</sup>) de acordo com a fórmula:

$$R = \frac{F}{A}$$

onde, R = resistência ao cisalhamento (MPa), F = carga de ruptura ou força de descolagem (N) e A = área de colagem (mm<sup>2</sup>).

#### 4.4 Índice de remanescente adesivo (IRA), tipo de falha na adesão e a presença de fratura no esmalte

Os dentes com seus respectivos bráquetes foram examinados com o auxílio de uma lupa estereomicroscópica, pertencente ao Departamento de Biomateriais e Biologia Oral da FO-USP, com aumento de 60 vezes, e fotografados por meio do *Software MiViewCap*. Para a visualização das imagens foi utilizado um programa de processamento de imagens – *ImageJ (Image Processing and Analysis in Java)* – disponível no domínio público *NIH Image (National Institutes of Health, Bethesda, MD)*. As imagens foram observadas por um único avaliador e a área de colagem correspondente à base do bráquete, desconsiderando o esmalte ao redor dele, foi classificada quanto ao índice de remanescente adesivo (IRA), proposto por Årtun e Bergland em 1984 (Quadro 2).

Quadro 2 - Escores do índice de remanescente adesivo (IRA).

IRA	Definição
0	Ausência de material aderido ao dente
1	Menos da metade do material aderido ao dente
2	Mais da metade do material aderido ao dente
3	Todo o material aderido ao dente, inclusive a impressão da malha do bráquete

Fonte: Elaborado pela autora.

Essa classificação determina a quantidade de remanescente do material adesivo, evidenciando o tipo de falha na adesão após a remoção do bráquete. No IRA 0, ocorre somente falha adesiva na interface esmalte e material adesivo. Tanto no IRA 1, quanto no IRA 2 há presença de falha mista. No IRA 1, predomina a falha adesiva entre o material adesivo e o esmalte e, no IRA 2, predomina a falha adesiva na interface material adesivo e a base do bráquete. No IRA 3, quando todo o material adesivo fica aderido ao esmalte, a falha adesiva ocorre somente na interface material adesivo e a base do bráquete.

Também foram verificadas fraturas no esmalte após a descolagem dos bráquetes ortodônticos, sendo as áreas de colagem classificadas quanto à presença ou à ausência de fratura após a descolagem.

## **4.5 Análise estatística**

### **4.5.1 Cálculo amostral**

Para o cálculo amostral, foi realizado um teste piloto com 10 corpos de prova submetidos ao ensaio de cisalhamento e à avaliação da resistência de união necessária para a descolagem. Dessa forma, foi possível estimar a média e o desvio padrão que foram utilizados no cálculo amostral. Os parâmetros utilizados na amostragem foram os seguintes: menor diferença a ser detectada entre as médias 2,55; desvio padrão 2,2; poder do teste de 0,8 e nível de significância de 0,05. Assim, o tamanho amostral calculado foi de 18 para cada grupo, ou seja, um total de 72. O pacote estatístico utilizado foi o Action, com o sistema desenvolvido sob a plataforma R.

### **4.5.2 Avaliação dos resultados do teste de resistência ao cisalhamento**

Os resultados do ensaio de cisalhamento foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) com um fator. Em seguida, foi aplicado o teste de Tukey para comparações múltiplas, com nível alfa de significância de 5%, com intervalo de confiança de 95%. O *software* utilizado nas análises foi o IBM SPSS Statistics *version* 2.1.

### **4.5.3 Avaliação do IRA, tipo de falha na adesão e a presença de fratura no esmalte**

Para a verificação da reprodutibilidade da avaliação do remanescente adesivo (IRA), foi aplicado o índice Kappa (K), a partir dos dados de duas leituras por um único avaliador, sendo a segunda avaliação feita uma semana após a primeira. Para comparação entre os grupos dos escores do IRA e para a presença de fratura, o método estatístico utilizado foi o teste de Kruskal-Wallis (1952). Em seguida, foram



avaliadas as diferenças entre os pares, por meio do teste de comparações múltiplas de Tukey (1953). O nível de significância adotado nas análises foi de 5% com intervalo de confiança de 95%. O programa estatístico utilizado foi o IBM SPSS Statistics *version 21*.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Ensaio de resistência ao cisalhamento

Durante a realização do ensaio, um corpo de prova do Grupo XT foi perdido, ficando este grupo com  $n = 17$ .

Na Tabela 1, estão apresentadas as médias, valores mínimos e máximos e desvio padrão observados no ensaio de cisalhamento para os quatro grupos avaliados.

Tabela 1 – Valores mínimo, máximo, média e desvio padrão para a resistência ao cisalhamento (MPa).

Grupos	n	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
XT	17	7,33	22,85	15,99	4,39
FO	18	5,13	17,09	13,02	2,63
VF1	18	6,58	14,35	10,11	1,94
VF2	18	0,77	9,104	5,17	2,71

Fonte: Elaborado pela autora.

O grupo XT apresentou a maior média para a resistência ao cisalhamento, de 15,99 MPa, e também o maior desvio padrão ( $DP = \pm 4,39$  MPa), seguido do grupo FO, com resistência média de 13,02 MPa ( $DP = \pm 2,63$  MPa), e do grupo VF1, com 10,11 MPa ( $DP = \pm 1,94$  MPa). O grupo com a menor resistência média foi o grupo VF2, com 5,17 MPa ( $DP = \pm 2,71$  MPa). Os valores obtidos de resistência ao cisalhamento foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com um único fator, que demonstrou diferença em pelo menos um par de médias ( $p < 0,05$ ). Visando então comparar os diversos grupos entre si, empregou-se o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), com intervalos de confiança a 95%, cujos resultados estão descritos na Tabela 3. Por meio da dispersão dos dados, observa-se que houve diferença estatisticamente significativa entre todos os grupos (Tabela 2).

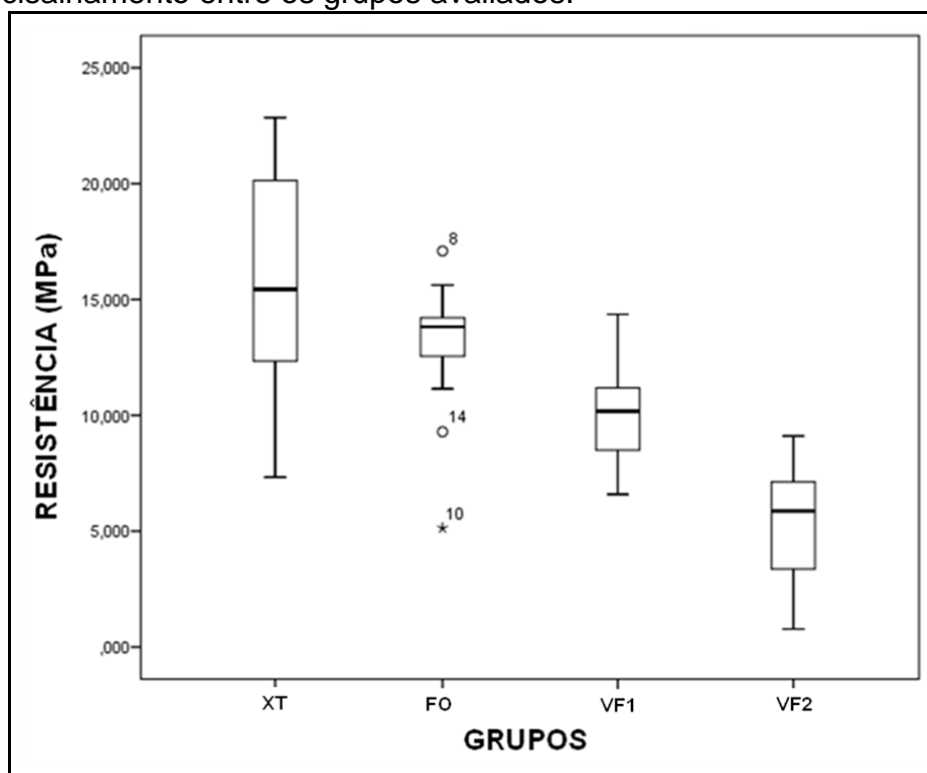
Tabela 2 - Teste de Tukey para verificar diferenças entre os pares de médias da resistência ao cisalhamento (MPa).

Grupos	Diferença entre <i>Ranks</i> médios	Desvio Padrão	Valor p	Intervalo de confiança 95%	
				Limite inferior	Limite superior
FO x VF1	2,910	1,01	0,027	0,247	5,573
FO x VF2	7,848	1,01	< 0,001	5,185	10,512
FO x XT	-2,968	1,03	0,026	-5,670	-0,266
VF1 x VF2	4,938	1,01	< 0,001	2,275	7,602
VF1 x XT	-5,878	1,03	< 0,001	-8,580	-3,176
VF2 x XT	-10,817	1,03	< 0,001	-13,519	-8,115

Fonte: Elaborado pela autora.

Comparando os grupos XT, FO e VF1, nota-se que o grupo FO mostra resistência média de adesão superior a VF1 e inferior a XT, em uma posição exatamente intermediária entre os dois outros grupos. O grupo VF2 mostra a média de resistência de união menor que a de todos os outros grupos (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Box-plot para os valores de resistência ao cisalhamento entre os grupos avaliados.



Fonte: Elaborado pela autora.

## 5.2 Índice de remanescente adesivo (IRA), tipo de falha na adesão e a presença de fratura no esmalte

Ao verificar-se a reprodutibilidade da avaliação do IRA, foi obtido o índice Kappa = 0,88 a partir dos dados de duas leituras com intervalo de uma semana entre elas, realizadas pelo mesmo avaliador.

Os resultados da avaliação dos sítios de fratura do material de colagem e das fraturas do esmalte após a descolagem estão dispostos na Tabela 3 e no Gráfico 2 e 3 (Kappa=0,88).

Tabela 3 – Frequência da distribuição do IRA e da presença de fratura de esmalte entre os grupos.

GRUPOS	IRA				Fraturas de Esmalte	
	Escore				Ausência	Presença
	0	1	2	3		
XT	0 (0%)	14 (82,4%)	3 (17,6%)	0 (0%)	12 (70,6%)	5 (29,4%)
FO	1 (5,6%)	9 (50,0%)	8 (44,4%)	0 (0%)	14 (77,8%)	4 (22,2%)
VF1	1 (5,6%)	13 (72,2%)	4 (22,2%)	0 (0%)	17 (94,4%)	1 (5,6%)
VF2	6 (33,3%)	12 (66,7%)	0 (0%)	0 (0%)	18 (100,0%)	0 (0%)

Fonte: Elaborado pela autora.

Analisando as frequências do IRA (Tabela 3 e Gráfico 2), no grupo XT, nenhum corpo de prova apresentou IRA 0 (nenhum material aderido ao esmalte); enquanto 14 corpos de prova (82,4%) apresentaram IRA 1 (menos da metade do material aderido ao esmalte) e 3 corpos de prova (17,64%) apresentaram IRA 2 (mais da metade de material aderido ao esmalte). O resultado demonstra mais frequência de falhas mistas, com a maioria das falhas na interface esmalte/material adesivo.

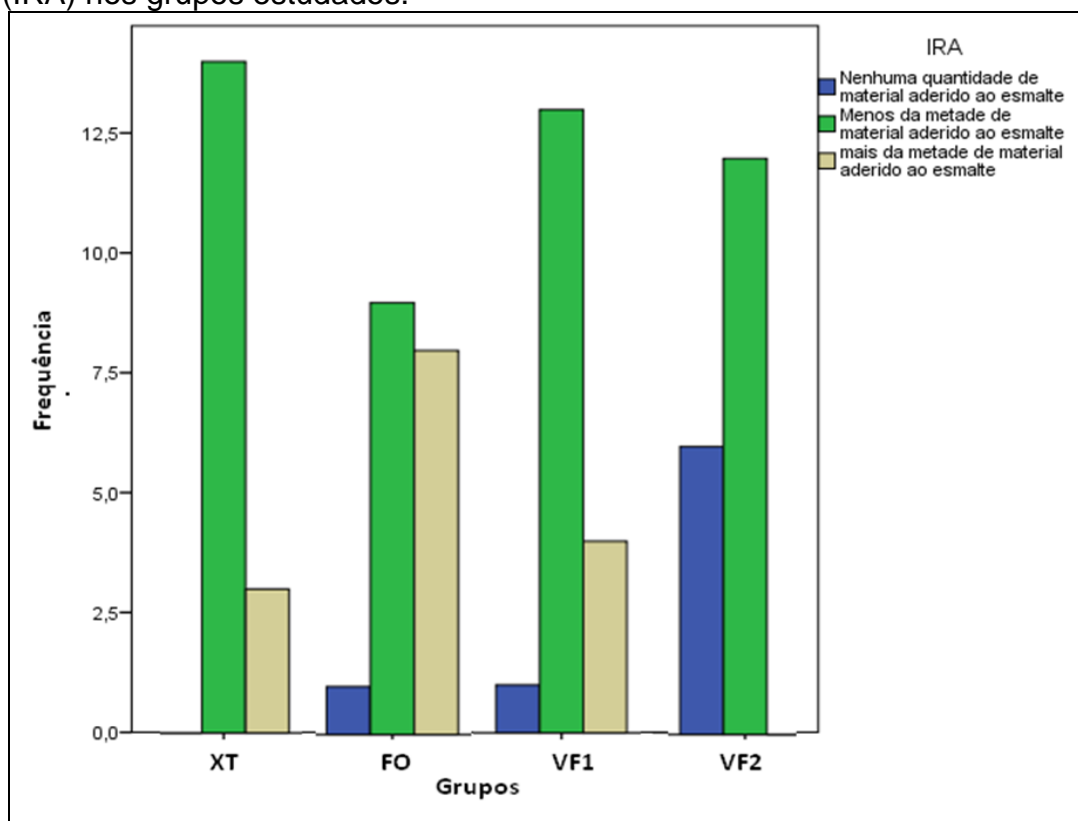
No grupo FO, apenas 1 corpo de prova (5,6%) apresentou IRA 0; 9 corpos de prova (50%) apresentaram o IRA 1 e 8 corpos de prova (44,4%) apresentaram o IRA 2.

Não foi verificado o IRA 3, o que também evidencia uma maior falha mista, com maior frequência de falhas na interface esmalte/material adesivo.

No grupo VF1, somente 1 corpo de prova (5,55%) apresentou IRA 0; 13 amostras (72,22%) apresentaram IRA 1 e 4 corpos de prova (22,22%) apresentaram IRA 2, o que indicou uma semelhança no padrão de descolagem se comparado ao grupo FO.

No grupo VF2, também houve predomínio de falha adesiva na interface esmalte/material adesivo, com 6 corpos de prova (36,3%) apresentando o IRA 0 e 12 corpos de prova (57,5%) apresentando o IRA 1.

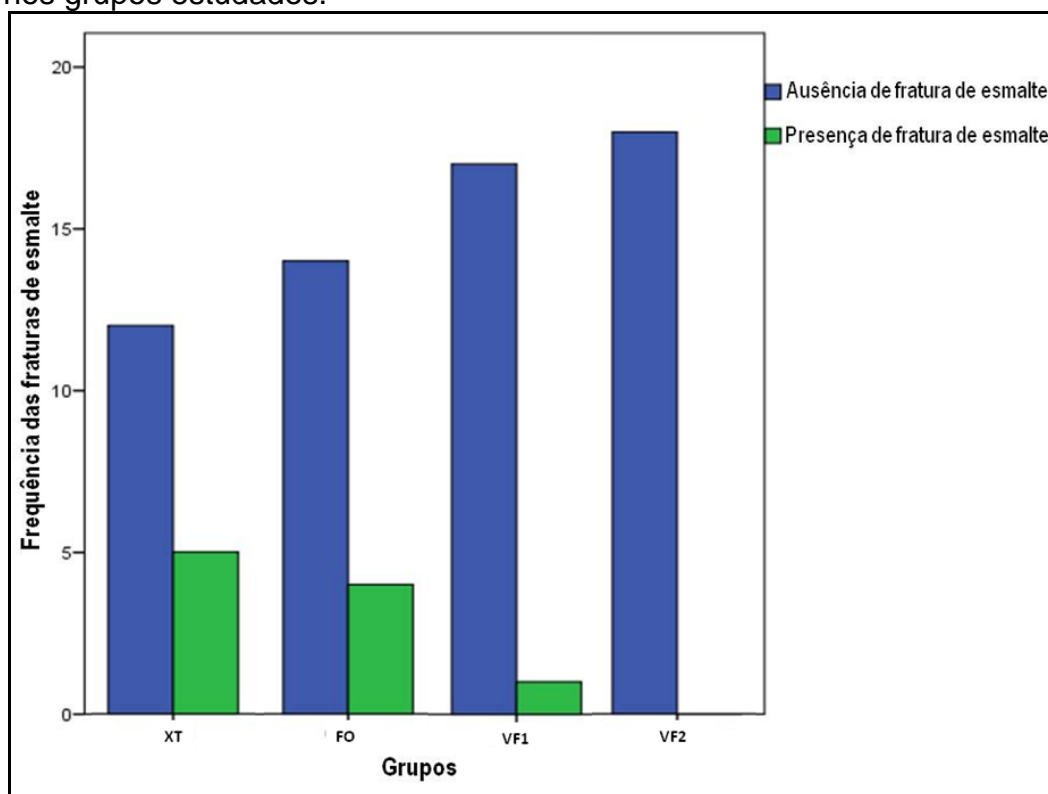
Gráfico 2 - Frequência da distribuição do índice de remanescente adesivo (IRA) nos grupos estudados.



Fonte: Elaborado pela autora.

Quando se avaliou a presença de fraturas de esmalte (Tabela 3 e Gráfico 3), houve fraturas de esmalte em todos os grupos, exceto no grupo VF2. Foi observada maior frequência de fraturas de esmalte no grupo XT (29,4%), seguido do grupo FO (22,2%) e do grupo VF1, com apenas 1 corpo de prova (5,6%) (Tabela 3).

Gráfico 3 – Frequência da distribuição da presença de fraturas de esmalte nos grupos estudados.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os valores do IRA e os referentes às fraturas de esmalte foram comparados por meio do teste não paramétrico de Kruskal-wallis, que apresentou significância estatística entre pelo menos dois grupos ( $p < 0.05$ ).

Como esse teste não revela onde foram encontradas as diferenças entre um ou mais grupos, realizou-se o teste de comparações múltiplas de Tukey, com intervalos de confiança a 95%, para identificar quais os grupos apresentam diferenças entre si (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores do teste de comparações múltiplas de Tukey para o IRA e para a presença de fratura de esmalte.

Grupos			Diferença média (I-J)	Desvio Padrão	Valor p	Intervalo de confiança 95%	
						Limite inferior	Limite superior
IRA	FO	VF2	21.778	5.109	0.000	8.316	35.239
	VF1	VF2	14.778	5.109	0.026	1.316	28.239
	VF2	XT	-14.892	5.184	0.027	-28.550	-1.234
Fratura no esmalte							
	VF2	XT	-10.441	4.040	0.019	-21.084	0.202

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir do Teste de Tukey (Tabela 4), não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos FO, XT e VF1 tanto para o IRA quanto para a presença de fraturas no esmalte ( $p < 0,05$ ). Apesar de a frequência das fraturas de esmalte do grupo VF1 ter sido menor, quando comparado ao Grupo XT e ao Grupo FO, não houve diferença estatisticamente significativa.

O teste demonstrou ainda que o grupo VF2 diferiu significativamente dos demais grupos com relação ao IRA, ou seja, houve maior frequência de IRA 0 quando comparado aos demais grupos ( $p < 0,05$ ).

Com relação à presença de fraturas de esmalte, houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo VF2 e o grupo XT ( $p < 0,05$ ). O teste de Tukey não evidenciou diferença estatisticamente significativa entre os grupos FO, VF1 e XT, apesar de a frequência de fraturas de esmalte ter sido maior nos Grupos FO e XT, 22,2% e 29,4%, respectivamente, em comparação ao grupo VF1, com frequência de 5,6% (Tabela 3).

## 6 DISCUSSÃO

Com a evolução dos materiais ortodônticos, a colagem direta dos bráquetes permitiu maior eficiência do tratamento no que diz respeito à instalação de toda a aparelhagem ortodôntica (CHEVITARESE; RUELLAS, 2005). Muitos estudos (MITCHELL; O'HAGAN; WALKER, 1995; CACCIAFESTA et al., 2007; CHIN et al., 2009, PITHON et al., 2006) têm investigado materiais que possam ser utilizados como alternativa ao uso dos compósitos resinosos, no intuito de prevenir a descalcificação do esmalte adjacente aos bráquetes, por meio da liberação de flúor de forma gradual, além de investigarem se esses materiais apresentam uma resistência ao cisalhamento clinicamente satisfatória (MILLETT; MCCABE, 1996; CORDEIRO; BUSSADORI; CAMARGO, 1999).

De acordo com alguns autores (BISHARA, et al., 1999, BISHARA et al., 2000; PASCOTTO, et al., 2004; CHITNIS; DUNN; GONZALES, 2006), os cimentos de ionômero de vidro correspondem a uma opção para a colagem dos bráquetes ortodônticos porque une vantagens em termos de prevenção de lesões cariosas, a partir da liberação de íons fluoretos, aliada a satisfatórias propriedades físicas e de união ao esmalte. Além disso, os estudos ressaltam a significativa qualidade desses materiais em relação à resistência ao cisalhamento e à facilidade de remoção dos remanescentes de adesivo após as descolagens quando comparados com os compósitos resinosos (TOLEDANO et al., 2003; AL SHAMSI et al., 2006).

Os estudos laboratoriais são normalmente realizados com o intuito de avaliar novas técnicas ou novos materiais, permitindo que sejam posteriormente utilizados na prática clínica (FARRET, et al., 2010). A resistência de união entre 6,5 e 10 MPa corresponde aos valores adequados clinicamente para suportar o tratamento ortodôntico ativo sob as condições orais (REYNOLDS, 1975).

Dessa forma, o intuito deste estudo foi avaliar um cimento de ionômero de vidro híbrido para restauração dentária, de fabricação nacional, o Vitro Fil LC, quanto à sua aplicabilidade para a colagem de bráquetes ortodônticos, visto que outros



estudos (MITCHELL; O'HAGAN; WALKER, 1995; TOLEDANO et al., 2003; PITHON; OLIVEIRA; RUELLAS, 2006; PITHON et al., 2006) realizados com esse tipo de material de colagem utilizaram outras marcas e não obtiveram bons resultados.

O cimento de ionômero de vidro híbrido Fuji Ortho LC é fabricado especificamente para colagem de bráquetes ortodônticos; no entanto, é um material importado e de alto custo. Sendo assim, é de grande valia que se tenha outra opção de material, com características semelhantes e boa adesão à superfície do esmalte, com um bom desempenho clínico. Além disso, a aquisição de um material de fabricação nacional é facilitada, uma vez que produtos importados muitas vezes apresentam indisponibilidade para compra e entrega imediata.

Para o presente trabalho, foram modificadas as instruções do fabricante e testadas duas formas de manipulação do cimento de ionômero de vidro restaurador Vitro Fil LC. No grupo VF1, o Vitro Fil LC *primer* umedeceu e cobriu a superfície de esmalte condicionada, e o material ionomérico foi manipulado com 1 gota do pó e 2 gotas do líquido. No grupo VF2, a superfície condicionada foi umedecida com água, seguindo o mesmo conceito preconizado para o Fuji Ortho LC, e depois o pó foi manipulado com partes iguais do Vitro Fil LC líquido e do Vitro Fil LC *primer*. É importante acrescentar que a coloração e a fluidez do material VF2, após a manipulação, ficaram visivelmente mais parecidas com as do cimento Fuji Ortho LC que as da mistura VF1. Os dois grupos VF1 e VF2 foram incluídos na pesquisa para avaliar qual das duas manipulações teria maior resistência de união a colagem de bráquetes ortodônticos. Como controle, optou-se pela resina Transbond XT, que foi a mais citada nos artigos consultados e que tem sido apontada como “padrão ouro” nos estudos que envolvem colagem de bráquetes.

No presente estudo, o ensaio de cisalhamento demonstrou que o grupo XT (Transbond XT) obteve o maior valor da média de resistência de união (15,99 MPa), com desvio padrão de 4,39 MPa. Coups-Smith, Rossouw e Titley (2003) encontraram valores maiores de resistência ao cisalhamento para a Transbond XT, de 18,89 MPa, e desvio padrão semelhante de 4,39 MPa. Valores menores foram encontrados por Phiton et al. (2006) para esse material, com média de 11,37 MPa, o que pode estar relacionado ao menor tempo de condicionamento ácido utilizado

nesse estudo que foi de 15 segundos. Movahhed, Ogaard e Syverud (2005) encontraram valores de resistência ao cisalhamento menores que este estudo, 11 MPa para o grupo colado com Transbond XT. Isto pode ser justificado pelo fato de terem utilizado um primer autocondicionante, por 3 segundos, para o condicionamento ácido. Já Souza, Franciscone e Araújo (1999) observaram média da resistência de união maior para o Transbond XT, de 19,93 MPa. Tal diferença nos resultados pode ser devido ao tempo maior de fotopolimerização que foi de 60 segundos para o compósito resinoso.

Da mesma forma, o grupo FO (Fuji ORTHO LC) apresentou o valor da média de resistência ao cisalhamento de 13,02 MPa, com desvio padrão de 2,63 MPa. Esse valor da média do grupo FO foi estatisticamente menor que o do grupo XT. No entanto, Souza, Franciscone e Araújo (1999) encontraram valores maiores para o Fuji ORTHO LC e para a Transbond XT, de 18,13 MPa e de 19,93 MPa, sem diferença estatisticamente significativa. Tais valores de resistência foram muito superiores aos encontrados no presente trabalho e maiores que os valores aceitáveis à prática ortodôntica. Phiton, Oliveira e Ruellas (2006) também não encontraram diferença estatística entre a resistência ao cisalhamento de bráquetes colados com Transbond XT (11,37 MPa) e com Fuji ORTHO LC (11,94 MPa). No entanto, Summers et al. (2004) encontraram diferença estatisticamente significativa para a resistência ao cisalhamento, entre o compósito resinoso Light Bond ( $18,46 \pm 2,95$  MPa) e o Fuji Ortho LC ( $9,56 \pm 1,85$  MPa). Outros autores como Movahhed, Ogaard e Syverud (2005) observaram valores menores para a resistência ao cisalhamento tanto para o Fuji Ortho LC ( $9,6 \pm 1,5$  MPa) quanto para a Transbond XT ( $11 \pm 1,6$  MPa) e mesmo assim obtiveram valores de resistência suficiente para a colagem de bráquetes. Toledano et al. (2003) obtiveram média menor para o Fuji ORTHO LC, de 6,62 MPa mesmo com condicionamento com ácido fosfórico a 37%. Al Shamsi, et al. (2006), utilizando ácido poliacrílico a 10%, encontraram resistência de união menor de 7,91 MPa ( $\pm 2,16$  MPa). Cacciafesta et al. (2003) encontraram resistência de união de 15,47 MPa para o Fuji Ortho LC com ácido fosfórico a 37% e esmalte úmido. Arici e Arici (2003) encontraram valores de 16,2 MPa ( $\pm 5,1$  MPa) para o Fuji Ortho quimicamente ativado.

No presente estudo, a média da resistência ao cisalhamento do grupo VF1 (Vitro Fil LC) foi estatisticamente menor do que a média do grupo FO, com valor de 10,11 MPa ( $\pm 1,94$  MPa). No entanto, o desvio padrão foi menor que o do grupo FO, representando uma amostra mais homogênea. É possível afirmar que o grupo VF1 apresentou resistência de união compatível com os parâmetros clínicos aceitáveis (REYNOLDS, 1975). Resultado diferente foi registrado no estudo de Pithon et al. (2006) que também avaliaram um cimento de ionômero de vidro híbrido fotopolimerizável, o Ortho Glass LC, de fabricação nacional, e obtiveram média de resistência ao cisalhamento de 4,29 MPa, bem inferior ao presente estudo para o grupo VF1. Essa diferença entre o comportamento do VF1 e do Ortho Glass LC pode estar relacionada à forma de manipulação dos dois materiais.

Já o grupo VF2, que também utilizou o Vitro Fil LC, obteve o menor valor para a resistência ao cisalhamento, com média de 5,17 MPa e desvio padrão de  $\pm 2,71$  MPa, abaixo dos valores recomendados clinicamente (REYNOLDS, 1975). A diferença entre os valores da resistência ao cisalhamento encontrados no grupo VF1 e no grupo VF2 pode estar relacionada à proporção pó/líquido na manipulação dos materiais. No grupo VF2, houve aumento dos componentes do Vitro Fil *primer* e diminuição dos componentes do Vitro Fil líquido (uma gota cada um) na mistura com o pó. Além disso, o umedecimento do esmalte com água no grupo VF2 pode ter contribuído para a menor adesão do cimento ao esmalte. Por outro lado, no grupo VF1, a aplicação do Vitro Fil *primer* na superfície do esmalte após o condicionamento ácido pode ter aumentado o molhamento superficial, favorecendo o aumento da resistência da união.

Com relação ao índice de remanescente adesivo (IRA), foram utilizados os escores definidos por Artun e Bergland (1984) e relatados em outros estudos (KLOCKE; KAHL-NIEKE, 2005a; PITHON; OLIVEIRA; RUELLAS, 2006; PITHON et al., 2006; PONT et al., 2010).

O grupo XT apresentou a metade da amostra com IRA 1 e quase metade da amostra com IRA 2, evidenciando falha mista na descolagem, com a maior frequência de falhas na interface esmalte/material adesivo. Movahhed, Ogaard e Syverud (2005) também encontraram maior índice de falhas mistas para o

Transbond XT. Diferentemente, no estudo de Cheng et al. (2011) foi observado que a Transbond XT obteve o IRA 3 em 76% da amostra., Também outros autores (CHITNIS; DUNN, GONZALES, 2006; GODOY-BEZERRA, et al., 2006; SOUZA; FRANCISCONE; ARAÚJO, 1999) encontraram a maioria das falhas entre o material adesivo/bráquete nas amostras coladas com Transbond XT, ficando quase toda a resina aderida ao esmalte. Este resultado pode ser uma desvantagem durante a remoção do material adesivo da superfície do esmalte, pois exige cuidado com o uso de instrumento rotatório para não remover esmalte sadio além de demandar maior tempo clínico.

O grupo FO apresentou metade da amostra com IRA 1, o que evidencia maior frequência de falha mista, com predominância da falha na interface esmalte/material adesivo. Esses resultados também foram observados por outros autores (BISHARA et al., 1999; CACCIAFESTA et al., 2003; TOLEDANO et al., 2003; COUPS-SMITH; ROSSOUW; TITLEY, 2003; SUMMERS et al., 2004; MOVAHHED; OGAARD; SYVERUD, 2005; AL SHAMSI et al., 2006; CHITNIS; DUNN e GONZALES, 2006).

Para Coups-Smith, Rossouw e Titley (2003), quando o Fuji Ortho LC foi utilizado após o condicionamento com ácido poliacrílico a 10% em esmalte umedecido as falhas foram mais frequentes na interface esmalte/material adesivo, com IRA 1; quando realizaram a mesma colagem em esmalte seco prevaleceu o IRA 0, demonstrando a melhor adesão do cimento de ionômero de vidro híbrido em meio úmido. Cheng et al. (2011) observaram score 2 na maioria das amostras, quando utilizaram o Fuji Ortho LC após condicionamento com ácido fosfórico a 15%, por 15 segundos. Godoy-Bezerra et al. (2006) também observaram falhas na interface bráquete/material adesivo para o Fuji Ortho LC utilizado após condicionamento com ácido fosfórico a 37 % em esmalte contaminado por saliva. Rosenbach et al. (2007) observaram IRA 2 e 3 para o Fuji Ortho LC utilizado após condicionamento com ácido fosfórico a 37%. Quando há união mecânica e química entre o material de colagem e o esmalte, as falhas ocorrem entre a união material adesivo/bráquete, ficando maior quantidade de material aderido ao esmalte. Isso ocorre principalmente quando é feito o condicionamento ácido que aumenta o embricamento mecânico entre a superfície dentária e o adesivo ortodôntico (PITHON; OLIVIERA; RUELLAS, 2006). Arici e Arici (2003) observaram a maioria das amostras com IRA 3 para o Fuji

Ortho de polimerização química, indicando a falha adesiva entre bráquete/material adesivo.

Na avaliação *in vivo*, Summers et al. (2004) demonstraram desempenho clínico satisfatório do Fuji Ortho LC. Ao compararem o tempo de permanência da colagem de bráquetes, constataram somente 6,5% de falhas na colagem com Fuji Ortho LC, sem diferença estatisticamente significativa entre esse material e a resina Light Bond, que obteve 5% de falha da colagem.

No presente trabalho, a maioria dos corpos de prova do grupo VF1 apresentou IRA 1, o que indicou semelhança no padrão de descolagem com os grupos XT e FO, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os três grupos. Quando os materiais apresentam valores do IRA de 0 a 1, alguns autores consideram uma vantagem clínica (BISHARA et al., 1999; TOLEDANO et al., 2003; COUPS-SMITH; ROSSOUW; TITLEY, 2003; AL SHAMSI et al., 2006), devido à menor quantidade de material adesivo restante na superfície de esmalte após a descolagem, o que resulta em remoção facilitada do material e diminuição da probabilidade de desgaste excessivo do esmalte com instrumentos rotatórios. Por outro lado, valores do IRA 0 podem representar fraca resistência da união entre esmalte e bráquete, o que prejudicaria o tratamento ortodôntico.

O grupo VF2, por sua vez, apresentou valores de IRA estatisticamente diferentes dos outros grupos. Para esse grupo foi observado um predomínio de falha na interface esmalte/material adesivo, com o IRA 0, ou seja, maior frequência de ausência de material aderido ao esmalte quando comparado aos outros grupos estudados. Essas observações demonstram alto índice de falhas e confirmam a fraca adesão do material ao esmalte, o que explica os valores da resistência ao cisalhamento não terem atingido os níveis clinicamente adequados, entre 6 e 10 MPa (REYNOLDS, 1975).

O IRA 3 não foi observado em nenhum corpo de prova avaliado, o que pode indicar, que houve um bom embricamento mecânico dos materiais adesivos à base dos bráquetes.

Uma das fases mais criteriosas relacionadas ao tratamento ortodôntico é referente à remoção dos bráquetes ortodônticos, uma vez que pode acarretar danos irreversíveis à superfície dentária. Por isso mesmo, no presente estudo foram avaliadas as fraturas de esmalte após a descolagem, em todos os grupos. Os resultados demonstraram fraturas de esmalte em 29% das amostras do grupo XT, 22% das amostras do grupo FO e 5,6% das amostras do grupo VF1. Esses dados provavelmente estão relacionados à força de resistência da adesão de cada material. Retief, Dreyer e Gavron (1970) observaram fraturas de esmalte quando a força de descolagem ultrapassou 13,5 MPa. No entanto, Coups-Smith, Rossouw e Titley (2003) não observaram fraturas de esmalte em amostras coladas com Transbond que apresentaram resistência ao cisalhamento maior que 9,7 MPa. Cheng et al. (2011) não observaram fraturas de esmalte para o cimento Fuji Ortho LC com IRA 2, ou para o Transbond XT com IRA 3. Este fato pode estar relacionado com a concentração e o tempo do condicionamento ácido utilizados, que foram de 15% por 15 segundos, bem inferiores aos utilizados no presente trabalho. Arici e Arici (2003) verificaram superfície de esmalte com mínima ou nenhuma fratura visível após a descolagem ao utilizarem o Fuji Ortho LC, com a maioria das falhas ocorrendo na interface bráquete/material adesivo.

Vários autores (TOLEDANO et al., 2003; COUPS-SMITH; ROSSOUW; TITLEY, 2003; SUMMERS et al. 2004; AL SHAMSI et al. 2006; MOVAHHED; OGAARD; SYVERUD, 2005; CHITNIS, DUNN e GONZALES, 2006) consideram que a falha na adesão da colagem dos bráquetes, ocorrida na interface esmalte/material, facilita a remoção do bráquete, o polimento subsequente do esmalte e minimiza iatrogenias à superfície do esmalte. Outros autores (ARICI; ARICI, 2003; CACCIAFESTA et al., 2003; PITHON; OLIVIERA; RUELLAS, 2006; ROSENBAACH et al., 2007) consideram vantagem clínica quando a falha na adesão ocorre na interface bráquete/material de colagem, devido ao fato de o material aderido ao bráquete oferecer proteção contra fraturas no esmalte.

Os estudos *in vitro* que avaliam a resistência de união na colagem de bráquetes apresentam muitas variáveis metodológicas, tornando, por vezes, difícil a comparação dos resultados, em virtude da falta de padronização dos materiais e das técnicas utilizados.

Neste estudo, foram utilizados dentes pré-molares humanos. Estes dentes foram também utilizados por outros autores (BISHARA et al., 1999; SOUZA; FRANCISCONE; ARAÚJO; 1999; TOLEDANO et al., 2003; ARICI; ARICI, 2003; MOVAHHED; OGAARD; SYVERUD, 2005; CHITNIS; DUNN; GONZALES, 2006; AL SHAMSI et al., 2006; CHENG et al., 2011) e, de acordo com a literatura, os dentes humanos mais utilizados são os pré-molares (CORRER SOBRINHO, et al. 2002).

As formas de condicionamento ácido variam, seja pela concentração, pelo tempo de condicionamento, ou pela marca comercial avaliada (FARRET, et al. 2010). No presente estudo, o condicionamento ácido utilizado foi o ácido fosfórico a 37% por 30 segundos para todos os grupos de materiais avaliados, no intuito de padronização. O tempo de condicionamento ácido nos diferentes estudos variou entre 15 segundos (PHITON; OLIVEIRA; RUELLAS, 2006) a 30 segundos (BISHARA et al., 1999; BISHARA et al., 2000; CACCIAFESTA et al., 2003; ARICI; ARICI, 2003; SUMMERS et al., 2004). O condicionamento com ácido fosfórico a 37% é, em geral, indicado quando se utiliza o compósito resinoso para colagem. Cacciafesta et al. (2003) e Toledano et al. (2003) demonstraram que a utilização do condicionamento com ácido fosfórico a 37% também aumenta a resistência da união do cimento de ionômero de vidro híbrido, quando comparada à utilização do condicionamento com ácido poliacrílico a 10%. Outros autores (ROMANO et al., 2005; GODOY-BEZERRA et al., 2006; SHAMSI et al., 2006) verificaram que o Fuji Ortho LC apresentou bons resultados de resistência ao cisalhamento em esmalte umedecido, e, quando associado ao condicionamento ácido, esses resultados tenderam a ser ainda melhores.

A força aplicada para o procedimento de colagem dos bráquetes ao esmalte deve ser padronizada. Alguns autores utilizaram uma força constante, porém não especificaram o que utilizaram para exercer esta força, ou a quantidade de força aplicada. (KLOCKE; KAHL-NIEKE, 2005b). No presente trabalho utilizou-se uma força padronizada em 300 gramas, valor já utilizado por outros estudos (BISHARA et al., 1999; BISHARA et al., 2000), a qual serviu para padronizar a espessura do material adesivo durante a colagem. O aumento da espessura da camada do

material de colagem pode resultar na diminuição da resistência de união (ARICI; ARICI, 2003).

O tempo de fotopolimerização também pode influir na adesão do bráquete ao esmalte. Bishara et al. (2000) observaram aumento estatisticamente significativo da resistência de união ao aumentar o tempo de polimerização de 40 para 50 segundos. No entanto, para manter a padronização, neste estudo o tempo de fotopolimerização foi de 40 segundos para todos os grupos, sendo aplicada por 10 segundos em cada face. Este também é o tempo indicado pelos fabricantes do Fuji Ortho LC e do Transbond XT e utilizado na maioria dos estudos (CACCIAFESTA et al., 2003; COUPS-SMITH; ROSSOUW; TITLEY, 2003; GODOY-BEZERRA et al., 2006; PITHON; OLIVEIRA; RUELLAS, 2006; FINNEMMA et al., 2010)

No presente trabalho, o período de armazenamento das amostras antes do ensaio de cisalhamento foi de 24 horas e tem sido o mais amplamente escolhido pelos diversos autores, uma vez que a maioria dos materiais chega a seu valor de resistência máxima dentro desse período de tempo (BISHARA et al., 1999; MALLMANN et al., 2007).

Também neste trabalho foi utilizada a velocidade de ensaio de cisalhamento de 0,5 mm/min, a mesma velocidade utilizada por outros autores (CORRER SOBRINHO, 2002; SOUZA; FRANCISCONE; ARAÚJO, 1999; FINNEMA et al., 2010). A resistência de união pode ser diferente dependendo da localização da força aplicada ao bráquete pelo cinzel. Este parâmetro também influencia o sítio de fratura com relação aos escores IRA. O local de aplicação da força no bráquete deve ser considerado durante a comparação de resultados entre os estudos e na comparação com valores de referência da literatura para resistência de união (KLOCKE; KAHL-NIEKE, 2005b), entretanto poucos estudos relatam com precisão o local de aplicação da força. No presente trabalho o cinzel foi confeccionado especificamente para remoção do bráquete utilizado e este deveria sempre se posicionar entre a base e a aleta do bráquete.

A partir dos dados observados neste estudo laboratorial, pode-se considerar que o Vitro Fil LC apresentou resultados satisfatórios. Apesar de esse material demonstrar



menor resistência ao cisalhamento, quando comparando com o Fuji Ortho LC e o Transbond XT, essa resistência foi compatível com os níveis clinicamente aceitáveis. A resina composta Transbond XT apresentou valores de resistência acima dos considerados aceitáveis para a clínica ortodôntica. Este estudo permite afirmar, ainda, que os cimentos de ionômero de vidro híbridos Fuji Ortho LC e o Vitro Fil LC como descrito no grupo VF1, também atingiram valores de resistência superiores aos aceitáveis à prática ortodôntica, porém abaixo do valor de 13,5 MPa, que pode produzir danos ao esmalte dentário (RETIEF; DREYER; GAVRON, 1970). Isso, associado à característica de liberação de flúor do cimento de ionômero de vidro híbrido e ao comportamento após a descolagem observado neste trabalho, vem concordar com a afirmação de Silverman et al. (1995) de que os cimentos de ionômero de vidro podem tornar-se o material de eleição na prática ortodôntica. O fato de a resistência ao cisalhamento não ser tão alta previne fraturas do esmalte, e a menor quantidade de material aderido após a descolagem facilita a remoção e diminui o risco de iatrogenias ao esmalte.

No entanto, será de grande valia a realização de mais estudos laboratoriais com o material testado Vitro Fil LC para que se possam elucidar suas características físico-químicas e em que difere o seu comportamento, quando comparado ao material mais citado na literatura e indicado especificamente para colagem de bráquetes ortodônticos, o Fuji Ortho LC.

Com os resultados obtidos neste estudo *in vitro* e considerando a metodologia aplicada, podemos concluir que o comportamento do cimento de ionômero de vidro híbrido restaurador Vitro Fil LC, empregado como sugerido para o grupo VF1, é compatível com o dos materiais adesivos “padrão ouro” e indica a possibilidade de aplicação clínica desse material em colagem de bráquetes nos tratamentos ortodônticos. Além disso, por ser fabricado por uma indústria nacional, apresenta menor custo e maior facilidade de aquisição que o cimento de ionômero de vidro híbrido importado, o CIV Fuji Ortho LC.

Estudos *in vivo* estão sendo realizados com o material Vitro Fil LC para avaliar seu comportamento como material de colagem de bráquetes durante as movimentações ortodônticas e funções orais em tratamentos ortodônticos corretivos.

## 7 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos neste estudo *in vitro* e considerando a metodologia aplicada, podemos concluir que:

- 1) Os grupos XT, FO e VF1 apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os valores médios de resistência ao cisalhamento.
- 2) O grupo XT apresentou valor médio de resistência ao cisalhamento bem superior aos valores clinicamente aceitáveis e com riscos de lesões ao esmalte.
- 3) Os grupos FO e VF1 apresentaram valores médios de resistência ao cisalhamento dentro dos limites recomendados para uso clínico e de proteção ao esmalte.
- 3) O grupo VF2 apresentou resistência ao cisalhamento inferior aos limites recomendados para suportar as demandas de um tratamento ortodôntico com as falhas de adesão ocorrendo principalmente na interface esmalte/adesivo.
- 5) Os grupos XT, FO e VF1 não mostraram diferença estatística tanto para o IRA quanto para a presença de fraturas de esmalte.

## 8 REFERÊNCIAS

AL SHAMSI, A.; CUNNINGHAM, P.; LAMEY, P. J.; LYNCH, E. Shear bond strength and residual adhesive after Orthodontic bracket debonding. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 76, n. 4, p. 694-699, 2006.

ASHCRAFT, D. B.; STANLEY, R. N.; JAKOBSEN, J. R. Fluoride release and shear bond strength of three light-cured glass ionomer cements. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 111, n. 3, p. 260-265, 1997.

ARICI, S.; ARICI, N. Effects of thermocycling on the bond strength of a resin-modified glass ionomer cement: an in vitro comparative study. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 73, n. 6, p. 692-696, 2003.

ARTUN, J.; BERGLAND, S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-enamel pretreatment. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 85, n. 4, p. 333-340, 1984.

BISHARA, S. E.; VONWALD, L.; OLSEN, M. E.; LAFFOON, J. F. Effect of time on the shear bond strength of glass ionomer and composite Orthodontic adhesives. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 116, n. 6, p. 616-620, 1999.

BISHARA, S. E.; VONWALD, L.; OLSEN, M. E.; LAFFOON, J. F.; JAKOBSEN, J. R. Effect of light-cure time on the initial shear bond strength of a glass-ionomer adhesive. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 117, n. 2, p. 164-168, 2000.

BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic Filing materials to enamel surface. **J. Dent. Res.**, Michigan, 34, n. 6, p. 849-53, 1955.

CACCIAFESTA, V.; JOST-BRINKMANN, P. G.; SÜBENBERGER, U.; MIETHKE, R. R. Effects of saliva and water contamination on the enamel shear bond strength of a light-cured glass ionomer cement. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 113, n. 4, p. 402-407, 1998.

CACCIAFESTA, V.; SFONDRINI, M. F.; SCRIBANTE, A.; KLERSY, C. The use of self-etching primer in combination with a resin-modified glass ionomer: effect of water and saliva contamination on shear bond strength. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 124, n. 4, p. 420-426, 2003.

CACCIAFESTA, V.; SFONDRINI, M.F.; TAGLIANI, P.; KLERSY, C. In-vitro fluoride release rates from 9 Orthodontic bonding adhesives. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 132, n. 5, p. 656-62, 2007.

CATÃO, M. H. C. V.; CAMILA MAIA VIEIR, C. M.; DANTAS, D. E. R.; RAMOS, I. N. C. Avaliação *in vitro* do comportamento superficial de alguns cimentos de ionômero

de vidro. **Rev. Bras. de Ciências da Saúde**, João Pessoa, v. 11, n. 2, p. 163-176, 2007.

CHATZISTAVROU, E.; ELIADES, T.; ZINELIS, S.; ATHANASIOU, A. E.; ELIADES, G. Fluoride release from an Orthodontic glass ionomer adhesive in vitro and enamel fluoride uptake in vivo, **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 137, n. 4, p. 443-572, 2010.

CHENG, H.Y.; CHEN, C. H.; LI, C. L.; TSAI, H. H.; CHOU, T. H.; WANG, W.N. Bond strength of Orthodontic light-cured resin-modified glass ionomer cement. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 33, p.180-184, 2011.

CHEVITARESE, O; RUELLAS, A. C. O. **Bráquetes ortodônticos: como utilizá-los**. Livraria Santos, São Paulo, 2005.

CHIN, M. Y. H.; SANDHAM, A.; RUMACHIK, E. N.; RUBEN, J. L.; HUYSMANS M. D. N. J. M. Fluoride release and cariostatic potential of Orthodontic adhesives with and without daily fluoride rinsing. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 136, n. 3, p. 547-53, 2009.

CHITNIS, D.; DUNN, W. J.; GONZALES, D. A. comparison of in-vitro bond strengths between resin-modified glass ionomer, polyacid-modified composite resin, and giomer adhesive systems. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 129, n. 3, p. 330.e11-330.e16, 2006.

COUPS-SMITH, K. S.; ROSSOUW, P. E.; TITLEY, K. C. Glass ionomer cements as luting agents for Orthodontic brackets. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 73, n. 4, p. 436-444, 2003.

GODOY-BEZERRA, J.; VIEIRA, S.; OLIVEIRA, J. H. G.; LARA, F. Shear bond strength of resin-modified glass ionomer cement with saliva present and different enamel pretreatments. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 76, n. 3, p. 470-474, 2006.

CORDEIRO, A. C.; BUSSADORI, S. K.; CAMARGO, M. C. Colagem de bráquetes com cimento de ionômero de vidro modificado por resina. **Rev. Paul. Odonto.**, São Paulo, v. 21, n. 6, p. 10-15, 1999.

CORRER SOBRINHO, L.; CORRER, G. M.; CONSANI, S.; SINHORETI, M. A. C.; CONSANI, R. L. X. Influência do tempo pós-fixação na resistência ao cisalhamento de bráquetes colados com diferentes materiais. **Pesqui. Odontol. Bras.**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 43-49, 2002.

FARRET, M. M.; GONÇALVES, T. S.; LIMA, E. M. S.; MENEZES, L. M.; OSHIMA, H. M.; KOCHENBORGER, R.; FREITAS, M. P. M. Influência de variáveis metodológicas na resistência de união ao cisalhamento. **Dental Press J. Orthod.**, Maringá, v. 15, n. 1, p. 80-88, 2010.

FINNEMA, K. J.; OZCAN, M.; POST, W. J.; REN, Y.; DIJKSTRA, P. U. In-vitro Orthodontic bond strength testing: A systematic review and meta-analysis. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 137, n. 5, p. 615-22, 2010.

FRANCISCONI, P. A. F. S.; SOUZA, C. S.; SCUCUGLIA, L. R.; ROSA, H. M. Influência da termociclagem na análise da resistência ao cisalhamento do cimento de ionômero de vidro (Fuji Ortho LC) e da resina composta (Concise Ortodôntico) utilizados na colagem de bráquetes ortodônticos. **Rev. FOB**, Bauru, v. 8, n. 3, p. 9-14, 2000.

FRICKER, J. P. A new self-curing resin-modified glass-ionomer cement for the direct bonding of Orthodontic brackets in vivo. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 113, n. 4, p. 384-386, 1998.

GODOY-BEZERRA, J.; VIEIRA, S.; OLIVEIRA, J. H. G.; LARA, F. Shear bond strength of resin-modified glass ionomer cement with saliva present and different enamel pretreatments. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 76, n. 3, p. 470-474, 2006.

GWINETT, A. J., MATSUI, A. A. A study of enamel adhesives. The physical relationship between enamel and adhesive. **Arc. Oral Bio.**, London, v. 23, n. 1, p. 1615-1619, 1967.

KLOCKE, A.; KAHL-NIEKE, B. Influence of cross-head speed in Orthodontic bond strength testing. **Dent. Materials**, Munksgaard, v. 21, n. 1, p. 139-144, 2005a.

KLOCKE, A.; KAHL-NIEKE, B. Influence of force location in Orthodontic shear bond strength testing. **Dent. Materials**, Munksgaard, v. 21, n. 2, p. 391-396, 2005b.

MALLMANN, A.; ATAÍDE, J. C. O.; AMOEDO, R.; ROCHA, P.V.; JACQUES, L.B. Compressive strength of glass ionomer cements using different specimen dimensions. **Braz. Oral Res.**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 204-208, 2007.

MILLETT, D. T.; MCCABE, J. F. Orthodontic bonding with glass ionomer cement – a review. **Eur. J. Orthod.**, v. 18, n. 4, p. 385-399, 1996.

MITCHELL, C. A.; O'HAGAN, E.; WALKER, J. M. Probability of failure of ORTHOdontic brackets bonded with different cementing agents. **Dent. Materials**, Munksgaard, v. 11, n. 1, p. 317-22, 1995.

MOVAHHED, H. Z.; OGAARD, B.; SYVERUD, M. An in vitro comparison of the shear bond strength of a resin-reinforced glass ionomer cement and a composite adhesive for bonding Orthodontic brackets. **Eur. J. Orthod.**, v. 27, n. 5, p. 477-483, 2005.

PASCOTTO, R. C. Materiais de colagem e cimentação em ortodontia. parte i - cimentos de ionômero de vidro. **R. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial**, v. 6, n. 6, p. 109-116, 2001.

PASCOTTO, R. C.; NAVARRO, M. F. L.; FILHO, L. C.; CURY, J. A. In vivo effect of a resin-modified glass ionomer cement on enamel demineralization around Orthodontic brackets. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 125, n. 1, p. 36-44, 2004.

PHITON, M. M.; OLIVEIRA, M. V.; RUELLAS, A. C. O. Estudo comparativo da resistência ao cisalhamento de bráquetes metálicos colados com cimentos de ionômero de vidro reforçados com resina. **Rev. Saúde Com.**, v. 2, n. 1, p. 127-134, 2006.

PITHON, M. M.; SANTOS, R. L.; OLIVEIRA, M. V.; RUELLAS, A. C. O.; ROMANO, F. L. Metallic brackets bonded with resin-reinforced glass ionomer cements under different enamel conditions. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 76, n. 4, p. 700-704, 2006.

PONT, H. B.; OZCAN, M.; BAGIS, B.; REN, Y. Loss of surface enamel after bracket debonding: an in-vivo and ex-vivo evaluation. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 138, n. 4, p. 387.e1-387.e9, 2010.

RASTELLI, M. C.; COELHO, U.; JIMENEZ, E. E. O. Avaliação da resistência ao cisalhamento de bráquetes colados com resinas ortodônticas fluoretadas. **Dental Press J. Orthod.**, Maringá, v. 15, n. 3, p. 106-113, 2010.

RETIEF, D. H. Clinical applications of enamel adhesives. **Oper. Dent.**, v. 5, p. 44-49, 1992. Suppl.

RETIEF, D. H.; DREYER, C. J.; GAVRON, G. The direct bonding of Orthodontic attachments to teeth by means of an epoxy resin adhesive. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v.58, n. 1, p. 21-40, 1970.

REYNOLDS, I. R. A review of direct Orthodontic bonding. **Br. J. Orthod.**, Philadelphia, v. 2, n. 1, p. 171-178, 1975.

ROMANO, F. L.; PARK, D. M.; NAKAO, C. Y.; MARTINS, L. P.; NOUER, D. F. Análise da resistência ao cisalhamento de cimentos de ionômero de vidro modificados por resina. **J. Bras. Ortodon. Ortop. Facial.**, Curitiba, v. 10, n. 59/60, p. 319-325, 2005.

ROSENBACH, G.; CAL-NETO, J. P.; OLIVEIRA, S. R.; CHEVITARESE, O.; ALMEIDA, M. A. Effect of enamel etching on tensile bond strength of brackets bonded in vivo with a resin-reinforced glass ionomer cement. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 77, n. 1, p.113-116, 2007.

AL SHAMSI, A.; CUNNINGHAM, J. L.; LAMEY, P. J.; LYNCH E. Shear bond strength and residual adhesive after orthodontic bracket debonding. **Angle Orthod.**, Appleton, v.76, n. 4, p. 694-699, 2006.

SILVA, F. D. S. C. M.; DUARTE, R. M. SAMPAIO, F. C. Liberação e recarga de flúor por cimentos de ionômero de vidro. **Rev. Gaúcha Odontol.**, Campinas, v. 58, n. 4, p. 437-443, 2010.

SILVERMAN, E.; COHEN, M.; DEMKE, R. S.; SILVERMAN, M. A new light cured glass ionomer cement that bonds brackets to teeth without etching in the presence of saliva. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 108, n. 2, p. 231-236, 1995.

SOUZA, C. S., FRANCISCONE, P. A. S., ARAÚJO, P. A. Resistência de união de cinco cimentos utilizados em ortodontia. **Rev. FOB**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 15-21. 1999.

SUMMERS, A.; KAO, E.; GILMORE, J.; GUNEL, E.; NGAN, P. Comparison of bond strength between a conventional resin adhesive and a resin-modified glass ionomer adhesive: an in vitro and in vivo study. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 126, n. 2, p. 200-206, 2004.

TOLEDANO, M.; OSORIO, R.; OSORIO, E.; ROMEO, A.; DE LA HIGUERA, B.; GARCÍA-GODOY, F. Bond strength of orthodontic brackets using different light and self-curing cements. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 73, n. 1, p. 56-63, 2003.

VALENTE, R. M.; DE RIJK, W. G.; DRUMMOND, J. L.; EVANS, C. E. Etching conditions for resin-modified glass ionomer cement for orthodontic brackets. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 121, n. 1, p. 516-520, 2002.


VIEIRA, I. M.; LOURO, R. L.; ATTA, M. T.; NAVARRO, M. F. L.; FRANCISCONI, P. A. S. O cimento de ionômero de vidro na odontologia. **Rev. Saúde. Com.**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 75-84, 2006.

ZHANG, L.; TANG, T.; ZHANG, Z.; LIANG, B.; WANG, X.; FU, B. Improvement of enamel bond strengths for conventional and resin-modified glass ionomers: acid-etching vs. conditioning. **J. Zhejiang Univ-Sci. B. (Biomed & Biotechnol)**, Zhejiang, v. 14, n. 11, p. 1013-1024, 2013.

## **ANEXOS**



## ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

<b>CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE/UFES</b>									
<small>Continuação do Parecer: 623.290</small>									
<b>Recomendações:</b>									
<b>Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:</b>									
Todas as pendências apontadas foram solucionadas pelas pesquisadoras.									
<b>Situação do Parecer:</b>									
Aprovado									
<b>Necessita Apreciação da CONEP:</b>									
Não									
<b>Considerações Finais a critério do CEP:</b>									
VITÓRIA, 23 de Abril de 2014									
_____ Assinador por: Cinthia Furst Leroy Gomes Bueloni (Coordenador)									
<table border="1" style="width: 100%;"><tr><td colspan="2"><small>Endereço: Av. Marechal Campos 1468</small></td></tr><tr><td><small>Bairro: S/N</small></td><td><small>CEP: 29.040-001</small></td></tr><tr><td><small>UF: ES</small></td><td><small>Município: VITÓRIA</small></td></tr><tr><td><small>Telefone: (27)3335-7211</small></td><td><small>E-mail: cep.ufes@hotmail.com ; cep@ccs.ufes.br</small></td></tr></table>		<small>Endereço: Av. Marechal Campos 1468</small>		<small>Bairro: S/N</small>	<small>CEP: 29.040-001</small>	<small>UF: ES</small>	<small>Município: VITÓRIA</small>	<small>Telefone: (27)3335-7211</small>	<small>E-mail: cep.ufes@hotmail.com ; cep@ccs.ufes.br</small>
<small>Endereço: Av. Marechal Campos 1468</small>									
<small>Bairro: S/N</small>	<small>CEP: 29.040-001</small>								
<small>UF: ES</small>	<small>Município: VITÓRIA</small>								
<small>Telefone: (27)3335-7211</small>	<small>E-mail: cep.ufes@hotmail.com ; cep@ccs.ufes.br</small>								
<small>Página 04 de 04</small>									

## ANEXO B – Declaração do Banco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo



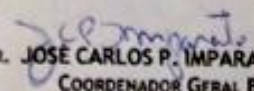
**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
BANCO DE DENTES HUMANOS**

**DECLARAÇÃO AO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

Para fins de avaliação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), o Banco de Dentes Humanos da FOU SP (DIVISÃO DENTES PERMANENTES) compromete-se, mais uma vez, em auxiliar pesquisadores na realização de seus projetos.

Sendo assim, após a aprovação do CEP, nossa contribuição consistirá no oferecimento de 60 1º pré-molares superiores para a execução do trabalho de pesquisa intitulado: "Análise de um cimento de ionômero de vidro modificado por resina: Nova aplicação", a ser realizado pela pesquisadora KARINE ALMEIDA PIMENTEL orientada pela Profa. Dra. Maria Christina Thomé Pacheco.

São Paulo, 04 de fevereiro de 2014.

PROF. DR.  **JOSE CARLOS P. IMPARATO**  
COORDENADOR GERAL BDH